

Aus dem Institut für Grünlandwirtschaft
der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt
für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Eichhof, Bad Hersfeld

Untersuchungen über den Einfluß von Schnitt
in verschiedenem Entwicklungsstadium
in Verbindung mit Stickstoffdüngung
auf Reservespeicherung und Ertragsfähigkeit
von Nutzgräsern

(Phleum Pratense L., Dactylis Glomerata L., Lolium Perenne L.)

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Justus Liebig-Universität Gießen
Fachbereich Angewandte Biologie

eingereicht von
Ramin Reyhani
aus Teheran/Iran

Giessen 1974

Aus dem Institut für Grünlandwirtschaft
der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt
für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Eichhof, Bad Hersfeld

Untersuchungen über den Einfluß von Schnitt
in verschiedenem Entwicklungsstadium
in Verbindung mit Stickstoffdüngung
auf Reservespeicherung und Ertragsfähigkeit
von Nutzgräsern

(*Phleum Pratense* L., *Dactylis Glomerata* L., *Lolium Perenne* L.)

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Justus Liebig-Universität Gießen
Fachbereich Angewandte Biologie

eingereicht von
Ramin Reyhani
aus Teheran/Iran

Giessen 1974



Dekan: Prof. Dr. W. Jahn-Deesbach

1. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Arens

2. Berichterstatter: Prof. Dr. E. v. Boguslawski

Tag der mündlichen Prüfung 14.11.1974

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Literaturübersicht	4
3.	Versuchsanstellung und Methodik	
3.1	Untersuchte Gräser	11
3.2	Versuchsübersicht	13
3.3	Nutzungsregelung	14
3.4	Verteilung und Höhe der Stickstoffdüngung	16
3.5	Standort und Jahreswitterung	18
3.6	Methodik der Ertragsermittlung	20
3.7	Methodik der chemischen Analyse	22
4.	Aufwuchererträge	
4.1	Aufwuchererträge von <i>Lolium perenne</i>	24
4.1.1	Jahreserträge (Trockenmasse und Rohprotein)	25
4.1.2	Ertrag der einzelnen Aufwüchse im Laufe der Vegetationszeit	28
4.2	Aufwuchererträge von <i>Phleum pratense</i>	35
4.2.1	Jahreserträge (Trockenmasse u. Rohprotein)	36
4.2.2	Ertrag der einzelnen Aufwüchse im Laufe der Vegetationszeit	39
4.3	Aufwuchererträge von <i>Dactylis glomerata</i>	45
4.3.1	Jahreserträge 1972 (Trockenmasse und Rohprotein)	46
4.3.2	Ertrag der einzelnen Aufwüchse im Laufe der Vegetationszeit	48
4.4	Zusammenfassender Vergleich der Aufwuchs- und Rohproteinerträge der Arten	53
5.	Stoppel- und Wurzelmenge	55
5.1	Auswirkung der Nutzungs- und Düngungs- differenzierung bezogen auf Nutzung im Blühstadium	56
5.1.1	<i>Lolium perenne</i>	59
5.1.2	<i>Phleum pratense</i>	59
5.1.3	<i>Dactylis glomerata</i>	60
5.2	Schwankungen der Stoppel- und Wurzelmenge bei häufiger Nutzung ("Halm-" und Blattstadium")	62

6.	Entwicklung der Narbendichte	65
7.	Gehalte des Aufwuchses an löslichen Kohlenhydraten (LKH), Rohprotein (RP) und Rohfaser (RF)	69
7.1	Stoffgehalte des Aufwuchses bei Nutzung im Blattstadium	71
7.2	Stoffgehalte des Aufwuchses bei Nutzung im Halmstadium	77
8.	Rohproteingehalte in Stoppel u. Wurzeln	79
9.	lösliche Kohlenhydrate in Stoppel und Wurzeln	81
9.1	Auswirkung der Nutzungsdifferenzierung auf den LKH-Gehalt bezogen auf Nutzung im Blühstadium	83
9.2	Schwankungen der LKH-Gehalte in Stoppel und Wurzeln im Laufe der Vegetationszeit	87
10.	LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln	
10.1	Nutzung im Blühstadium	95
10.2	Auswirkungen der Nutzungs- und Düngungs-differenzierung auf LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln bezogen auf Nutzung im Blühstadium	97
10.2.1	Lolium perenne	100
10.2.2	Phleum pratense	100
10.2.3	Dactylis glomerata	101
10.3	Änderungen der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln im Laufe der Vegetationszeit	102
10.3.1	Blattstadium	102
10.3.2	Halmstadium	105
11.	RKH-Menge und Ertrag	113
12.	Diskussion	123
13.	Zusammenfassung	131
14.	Literaturverzeichnis	134
15.	Anhang	

1. Einführung

Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung bedeutet verstärkte Beanspruchung der Grasnarbe: Häufige Nutzung und Stickstoffdüngung erhöhen den Bedarf an Assimilaten für Substanzbildung und Wachstum. Die wiederholte Entfernung der oberirdischen, assimilationsfähigen Teile schränkt aber gleichzeitig die Assimilationsdauer ein und erfordert zudem Speicherung von Assimilaten als Reserven für die Erhaltung und Wiederaustrieb nach der Nutzung.

Die mit der Intensivierung einhergehende Bestandesvereinfachung zeigt, daß von den erwünschten Grünlandpflanzen nur einige Gräser diese Beanspruchung überhaupt ertragen, und auch diese werden bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht. Wenn ihnen nicht richtige Nutzungsregelung die Anpassung an die intensive Bewirtschaftung ermöglicht, werden Ertragsfähigkeit und Ausdauer beeinträchtigt. Die ungünstigen Bestandsentwicklungen im Gefolge der Intensivierung der Grünlandwirtschaft, überdie in ^{den} letzten Jahren häufig berichtet worden ist, weist auf diesen Zusammenhang hin.

Mit anderen Worten: Je intensiver die Bewirtschaftung, um so mehr gewinnt richtige Regelung der Nutzung, die auf die Ansprüche der Pflanzen und zwar auch auf die Auswirkung der Nutzung auf ihren Reservestoffhaushalt Rücksicht nimmt, an Bedeutung.

Nutzungswirkungen sind aber bisher von der Grünlandforschung vergleichsweise wenig behandelt worden. Der Entwicklung und den Erfordernissen der Grünlandwirtschaft entsprechend standen andere Aspekte wie Standort, Düngung, Weidetechnik usw. im Vordergrund des Interesses. Außerdem sind Nutzungsversuche wegen der außerordentlichen Variationsmöglichkeiten der Nutzung und der Vielfältigkeit ihrer Auswirkungen relativ aufwendig und methodisch schwierig.

Über die Zusammenhänge zwischen Nutzung und Reservespeicherung liegen zwar, wie auch aus der folgenden Literaturübersicht hervorgeht, zahlreiche Veröffentlichungen vor. Sie konzentrieren sich auf bestimmte Aspekte, vor allem auf die Bedeutung der Reservebildung für den Wiederaustrieb. Ganz überwiegend basieren die Arbeiten auf Gefäßversuchen mit kontrollierten Umweltbedingungen, die sich für derartige Untersuchungen auch anbieten. Längerfristige Feldversuche, die nachhaltige Wirkungen auf Ertragsfähigkeit und Ausdauer von Pflanzenbeständen erfassen können, sind dagegen selten durchgeführt worden. Für die Bewirtschaftung des Dauergrünlandes sind aber die langfristigen Auswirkungen der Nutzung naturgemäß entscheidend wichtig.

Die vorliegende Arbeit wertet Ergebnisse eines mehrjährigen Feldversuches zu diesem Fragekomplex aus. Der Versuch bezieht sich allerdings nicht auf Dauergrünland, sondern auf angesäte Reinbestände von ausdauernden Gräsern, die auf dem Intensivgrünland Bedeutung haben, und zwar deshalb, weil grundlegende Gesetzmäßigkeiten am Reinbestand eher nachgewiesen werden können und Kenntnis des Verhaltens der einzelnen Arten Voraussetzung für die Beurteilung der Reaktion des Mischbestandes ist.

Die Fragestellung der Untersuchung zielt besonders auch auf die Wirkung des Nutzungstermins in Bezug auf den physiologischen Entwicklungsrhythmus der Gräser hin. Auf die Bedeutung dieses Zusammenhanges wird in der Literatur öfter hingewiesen; näher darauf eingehende Untersuchungen gibt es aber wenig, wahrscheinlich auch deswegen, weil diese Fragestellung methodische Probleme mit sich bringt, die schwierig zu lösen sind. Andererseits ist aber die Überprüfung des möglichen Zusammenhanges zwischen Nutzungszeitpunkt und Nutzungswirkung Voraussetzung für die Beurteilung der Nutzungswirkung allgemein und insbesondere der Wirkung der Nutzungshäufigkeit.

Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag zur Klärung dieser sehr komplexen Fragen sein, aus der sich Ansätze für die weiteren Untersuchungen ergeben mögen.

2. Literaturübersicht

Während die Kulturpflanzen des Ackerbaus größtenteils für eine Vegetationsperiode angebaut und erst nach Abschluß ihrer Entwicklung geerntet werden, müssen die Grünlandgräser nicht nur den Winter fast ohne Assimilationsmöglichkeit überdauern, sondern auch während der Vegetationsperiode sich mehrmals regenerieren, nachdem durch die Nutzung die Assimilationsorgane mehr oder weniger vollständig beseitigt worden sind. Bewältigung dieser hohen Anforderung ist nur dadurch möglich, daß diese Gräser in Stoppel und Wurzeln Reserven speichern, die ihnen Überleben in den ständig eintretenden Perioden unterbrochener oder eingeschränkter Assimilation ermöglichen.

Reserven werden in den genannten Perioden zunächst für den Erhaltungsbedarf der Wurzeln und Stoppel benötigt (BAKER 1957 b, WEINMANN 1948 b, SULLIVAN u. SPRAGUE 1953, DAVIDSON u. MILTHORPE 1965, MAY, u.a.). Darüberhinaus muß der Wiederaustrieb nach der Nutzung, d.h. bei Fehlen assimilationsfähiger Organe mit Hilfe von Reserven eingeleitet werden. Die Bedeutung der Reservestoffe für den Nachtrieb ist eingehend untersucht worden (POZO, ALBERDA, WEINMANN, DAVIDSON u. MILTHORPE, WEITE u. BOYD, SMITH DALE u.a.).

Nach der Nutzung sinkt der Reservestoffgehalt rapide ab, um nach einer gewissen Zeit wieder anzusteigen. Die Literaturangaben über die Dauer der Abnahme und die benötigte Menge an Reservestoffen stimmen nicht überein. BRAUN / BLASER / BRYANT sind der Auffassung, daß schon nach wenigen Stunden die Pflanze durch die wieder einsetzende Assimilation von der Reserve unabhängig wird, und deshalb eine geringe Reservestoffmenge nur für

Die Verwendung des Begriffes " r e s e r v e " wird übrigens von BERNATOWICZ und MAY wegen des teleologischen Bezugs kritisiert und als treffender Ausdruck " a c c u m u l a t e " vorgeschlagen. Die Begriffe "Reserve" und "Speicherung" haben sich aber allgemein eingeführt.

die Einleitung des Austriebs benötigt. Dem gegenüber zeigen Untersuchungen von ALBERDA 1966, SMITH DALE, POZO, WEITE u. BOYD, WEINMANN, daß die Abnahme des Reservestoffvorrates über 4 bis 7 Tage anhält und die Menge verfügbarer Reservestoffe sich auf den Umfang des Nachtriebs auswirkt. Übereinstimmung besteht aber jedenfalls darin, daß nach Ausbildung einer genügenden Assimilationsfläche für die weitere Substanzbildung die Reserven nicht mehr beansprucht werden, und demzufolge auch keine direkte Beziehung zwischen Reservestoffmenge und Ertrag des nächsten Aufwuchses nachzuweisen ist (SULLIVAN u. SPRAGUE 1953, POZO, PAULSEN u. SMITH DALE, BAKER 1957 a, MAY, KLAPP 1971).

Als allgemeine Regel gilt, daß sich in Perioden intensiven Wachstums, regelmäßig z.B. während des Schossens, der Reservestoffvorrat verringert (ALBERDA 1956., 57 a, WEINMANN 1948 b, HARRISON, WEITE, WEITE u. BOYD 1953, u.a.). Die Annahme liegt nahe und wurde auch verschiedentlich geäußert, daß dann die Reservestoffe für oberirdische Substanzbildung verwendet werden. Ob und in welchem Umfang dies geschieht, muß aber letztlich offen bleiben, weil der Erhaltungsbedarf der Wurzeln, die in diesen Perioden aus der laufenden Assimilation aller Wahrscheinlichkeit nach nicht versorgt werden (WEITE u. BOYD 1953), nicht isoliert werden kann.

Der Umfang der Speicherung von Reservestoffen ist je nach der Art verschieden groß und wird außerdem von vielen Faktoren beeinflusst. Abgesehen vom Einfluß der natürlichen Wachstumsfaktoren, auf den hier nicht weiter einzugehen ist, wirkt sich die Nutzung, die unabhängig von den biologischen Ansprüchen der Pflanze in den Reservestoffhaushalt eingreift, stark, aber ihrer großen Variabilität entsprechend verschieden auf die Reservespeicherung aus.

Bedeutsam ist zunächst die **N u t z u n g s f o r m**: Bei Schnittnutzung verliert die Pflanze ihren Assimilationsapparat vollständig. Für den Erhaltungsbedarf der Wurzeln und die Substanzbildung beim Wiederaustrieb ist sie ganz auf die vorher gebildeten und gespeicherten Reservestoffe angewiesen (WARD u.

BLASER, BÜHRING 1967 b, 68, u.a.). Bei Weidenutzung bleibt dagegen ein mehr oder weniger größerer Teil der Assimilationsorgane (Restassimilationsfläche = RAF) erhalten, und die Abhängigkeit von der Speicherung verringert sich dementsprechend (KLAPP, KLAPP / SCHULZE / HIEPKO, WEINMANN 1950, u.a.). Die Bedeutung der RAF für den Nachtrieb haben WARD u. BLASER, BÜHRING (1967 b) bei verschiedenen Gräsern untersucht. Sie stellten eine deutlich positive Auswirkung auf den Nachwuchs fest. Nach Auffassung von SULLIVAN u. SPRAGUE (1953), BROUGHAM, BROWN / BLASER / BRYANT ist allerdings der Wirkungsgrad der RAF nicht exakt zu erfassen, weil sie von dem ^{der} Reservestoffe nicht isoliert werden kann.

Einen weiteren wichtigen Faktor stellt die Nutzungs-häufigkeit dar: Schon 1927 vertraten GRABER und seine Mitarbeiter die Auffassung, daß zu häufige Nutzung zuerst zu Erschöpfung und dann zum Absterben der Pflanze führen kann, und zwar ohne Beziehung zur Gunst der Standortverhältnisse (MAY). Diese Feststellung wurde von WEINMANN bestätigt, und es ist auch eine allgemein bekannte Tatsache, daß mit zunehmender Nutzungshäufigkeit die Trockenmasseerträge absinken (KLAPP 1971). Andererseits aber ist die Intensivierung der Grünlandwirtschaft und die damit verbundene höhere Leistung ohne häufige Nutzung nicht möglich. Die Frage ist also, wie häufig man die Grasnarbe nutzen kann, ohne sie kurz- oder langfristig zu schädigen und ihre Produktivität zu mindern.

Maßgeblichen Einfluß auf die Produktivität einer Grasnarbe übt die Leistungsfähigkeit der Wurzeln aus. Abgesehen davon, daß sie Wasser und Nährstoffe aus dem Boden aufnehmen, spielen sie bei den ausdauernden Gräsern auch als Speicherorgane eine wichtige Rolle (BAKER, KMOCH, WEINMANN). In vielen Untersuchungen ist nachgewiesen worden, daß mit der Nutzungshäufigkeit die Wurzelmenge absinkt (KMOCH, KLAPP, WEINMANN 1948 b, BAKER 1957 a,b, EVANS, TROUGHTON, VETTER u. KUBA, SAGLAMTIMUR, u.a.), indem sich durch Verringerung der Durchwurzelungstiefe die Hauptwurzelzone auf die oberen Bodenschichten beschränkt.

(KLAPP 1943, KMOCH). OSSWALT / BERTRAND/TEEL stellten fest, daß krasse Änderungen der Durchwurzelungstiefe innerhalb von 36 - 48 Stunden nach der Nutzung eintreten können. Übermäßige Beanspruchung durch häufigen und tiefen Schnitt führt zu weitgehendem Absterben der Wurzeln (EVANS). Daß dadurch schließlich die Lebensfähigkeit der Pflanze gefährdet wird, liegt auf der Hand (HEDRICK).

NIKITINA stellte fest, daß nicht nur die Nutzungshäufigkeit, sondern darüber hinaus auch der Zeitpunkt der Nutzung einen starken Einfluß auf die Wurzel- und Reservestoffmenge ausübt, und möglicherweise sogar eher einen kritischen Faktor darstellt. Den Einfluß des Nutzungstermins auf die Wurzelmenge betont auch BAKER (1957 a).

In diesem Zusammenhang könnten die jahreszeitlichen Schwankungen der Wurzelmenge, über die von vielen Autoren (WEINMANN 1948 b, BAKER 1957 a, TROUGHTON 1951, u.a.) berichtet wird, von Bedeutung sein, deren Gesetzmäßigkeit allerdings nicht eindeutig geklärt ist. KMOCH / HALFMANN / SIEVERS kommen in einem eingehenden Bericht zu dem Ergebnis, daß "man bei den Wurzeln noch nicht in ähnlicher Weise (wie beim oberirdischen Aufwuchs) von einem charakteristischen, weithin allgemeingültigen Zu- und Abnahmeverlauf sprechen kann, da diesbezügliche Untersuchungen verschiedener Autoren zu sich widersprechenden Ergebnissen führen". Auch BAKER (1957 a) vertritt die Auffassung, daß die Kurve der jahreszeitlichen Schwankungen der Wurzelmenge nicht mit der bekannten Wachstumskurve übereinstimmt. Nach seiner Meinung ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse auch dadurch, daß die Untersuchungen unter verschiedenen Umweltbedingungen ausgeführt wurden und ferner das Wurzelwachstum normalerweise durch den Gewichtszuwachs gemessen wird. Diese Art der Bestimmung werde dadurch erschwert, daß lebende und tote Wurzeln nicht unterschieden werden können und deshalb das genaue Wurzelgewicht nicht festzustellen ist.

Zahlreiche Autoren haben auch nachgewiesen, daß Nutzung in einem bestimmten Entwicklungsstadium und zwar vor allem während des Schossens Ertragsdepression verursacht (WILLIAMS, NADA u. EHARA, HORROCKS u. WASHKO, HART / CARLSON / MC CLOUD, GILLET u. JAQUARD, u.a.).

Die Annahme, daß eine Beziehung zur Reservestoffmenge besteht, liegt nahe. SULLIVAN u. SPRAGUE (1953) führen als mögliche andere Ursache aber auch die Entfernung des höher geschobenen Vegetationskegels an.

Für die Erholung der Grasnarbe nach der Nutzung ist ferner die S c h n i t t h ö h e, d.h. die Höhe der Stoppel bedeutsam: Grundsätzlich dauert die Erholung um so länger, je tiefer der Bestand geschnitten wird (KLAPP 1971, POZO, HUOKUNA 1966, u.a.). Im einzelnen gehen jedoch die Auffassungen über die Wirkung der Stoppelhöhe auseinander (HUOKUNA 1960). HUOKUNA (1966) erzielte bei dreimaligem jährlichem Schnitt mit 1 und 15 cm Schnitthöhe den gleichen Jahresertrag; bei sechsmaligem Schnitt blieb dagegen der Ertrag von der Parzelle mit 1 cm Stoppelhöhe erheblich zurück. Entscheidende Bedeutung für die Auswirkung der Stoppellänge kommt also offensichtlich den Schnittintervallen zu. Dieser Befund weist auf einen Zusammenhang zwischen Stoppelhöhe und Reservestoffmenge hin, der auch anzunehmen ist, weil die Stoppel ein wichtiges Speicherorgan ist. Über die optimale Stoppelhöhe sagt die Untersuchung wegen der weiten Spanne von 1 bis 15 cm allerdings nichts aus. Nach Untersuchungen von HIROSE und Mitarbeitern liegt sie bei 3 - 4maliger Nutzung jährlich für *Dactylis* bei 9 - 12 und für *Lolium* bei 6 - 9 cm, während POZO bei *Lolium* und HUOKUNA bei *Dactylis* die Schnitthöhe von 5 cm für optimal halten.

Indirekt übt auch die S t i c k s t o f f d ü n g u n g einen erheblichen Einfluß auf den Reservestoffhaushalt aus. Durch die Anregung der Substanzbildung schränkt sie die Verfügbarkeit der Assimilate für die Reservestoffbildung ein und führt dadurch zur Verringerung der Reservestoffmenge (WEITE u. BOYD 1953, WEINMANN 1961, COLBY et al, SHEARD, SULLIVAN u. SPRAGUE 1953, u.a.).

Alles in allem wirkt die Bewirtschaftung in vielfältiger Weise auf die Entwicklung und gleichzeitig auf den Reservestoffhaushalt der Pflanzen ein, und zwar umso belastender, je intensiver sie gehandhabt wird.

Zur chemischen Beschaffenheit der Reservestoffe liegt zahlreiche Literatur vor. KLAPP (1971) schreibt dazu: " Unter Reservestoffen versteht man die Kohlenhydrate und neuerdings auch die N-haltigen Verbindungen, die in Stoppeln, Wurzeln, Rhizomen und Stolonen der Pflanze angereichert und kurzfristig mobilisiert werden können". Übereinstimmende Definitionen geben auch andere Autoren ALBERDA, DAVIDSON u. MILTHORPE, GRABER, WEINMANN, u.a.). Fast alle Autoren schreiben außerdem mindestens mengenmäßig den Kohlenhydraten die wichtigste Bedeutung zu.

DE COGNAC untersuchte 1931 die Kohlenhydrate von 38 verschiedenen Gramineen; er konnte sie in zwei Gruppen gliedern: eine Gruppe speichert Saccharose mit oder ohne Stärke, die andere Gruppe speichert Fructosan gewöhnlich mit Saccharose, aber nie mit Stärke. Die in gemäßigtem Klima vorkommenden Gräserarten gehören zu der zweiten Gruppe (POZO, MC ILROY).

Für die in der vorliegenden Arbeit behandelten Gräser kommen demnach als Reservestoffe in erster Linie Fructosane in Betracht, die zu den löslichen Kohlenhydraten (LKH) gehören.

Als lösliche Kohlenhydrate (LKH), die im angelsächsischen Sprachgebrauch "total soluble carbohydrates (TSC)" bzw. "total available carbohydrates (TAC)" genannt werden, kommen in den Gräsern Mono_saccharide (Glucose, Fructose), Oligosaccharide (Saccarose) und die Polysaccharide (Fructosane) vor. Den Hauptteil der Reserve - LKH bilden jedoch die Fructosane (PERCIVAL, KLAPP, SPRAGUE u. SULLIVAN 1943, WEITE u. BOYD 1953).

DAVIDSON u. MILTHORPE 1965 leiten aus ihren Untersuchungen mit *Dactylis glomerata* ab, daß die Reservesubstanzen einen "labilen Pool" darstellen, der sowohl LKH als auch N-haltige

Verbindungen enthalte, wobei die ersten für Atmung und Erhaltung der Zell- und Lebensfunktionen des Pflanzenrestes (Stoppel und Wurzel) nach der Nutzung eingesetzt und die N-haltigen Verbindungen für die Substanzbildung beim Nachtrieb herangezogen würden. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen DILZ 1966 bei *Lolium perenne* und SHEARD 1970 bei *Phleum pratense*. ALBERDA setzte sich in diesem Zusammenhang vor allem mit den Arbeiten von DAVIDSON und MILTHORPE (1965) kritisch auseinander. Bei Versuchen mit *Lolium perenne* in der Klimakammer konnte er eine größere Nachwachsmenge bei den Pflanzen feststellen, die über mehr LKH in Stoppel und Wurzeln verfügten; er fügt hinzu, daß andere Stoffe nur in Notfällen für die Nachwuchsproduktion herangezogen werden. Dieses Ergebnis wird durch zahlreiche andere Untersuchungen bestätigt (GRABER; WEINMANN 1948, 52 WEITE u. BOYD, SULLIVAN u. SPRAGUE, SMITH DALE, BAKER, POZO, MC ILROY, BOMMER, BÜHRING, KLAPP, HIEPKO u.a.m.).

Weitere Einzelheiten über die Chemie der LKH, ihre Fraktionen und die chemischen Vorgänge bei der Speicherung finden sich in Veröffentlichungen von WANNER, H. WEBER, FISCHER, MC ILROY, PERCIVAL, WEINMANN, SCHLUBACH, SMITH DALE, SPRAGUE u. SULLIVAN, WEITE u. BOYD, KÜHBAUCH, HEHL, u.a.

3. Versuchsanstellung und Methodik

3.1 Untersuchte Gräser

Für die Untersuchungen wurden Gräser verwendet, die sich durch Ertragsfähigkeit, Stickstoffdankbarkeit und Nutzungsfestigkeit für intensive Bewirtschaftung eignen, aber in ihren Eigenschaften und Nutzungsansprüchen doch unterscheiden. Unter Voraussetzung intensiver Wirtschaftsweise besitzen sie große ökologische Anpassungsfähigkeit. Sie gehören zu den Arten, die für Mäh-Weide-Ansaaten bevorzugt verwendet werden.

Lolium perenne ist ein weidefestes, horstbildendes Untergras mit großer Bestockungsfähigkeit. Es bildet eine dichte Narbe mit grüner assimilationsfähiger Stoppel. Beweidung und Stickstoffdüngung regen die Bestockung stark an. Lolium perenne ist zu vegetativer Vermehrung besonders befähigt, weil sich die Knoten der Bestockungstriebe bei Berührung mit dem Boden bewurzeln und Adventivpflanzen bilden. Gegen Schnittnutzung, besonders bei fortgeschrittener Entwicklung ist es empfindlich (C.A.WEBER).

Seine Standortbreite ist durch geringe Winterfestigkeit (Schneeschnitzel, Spätfrostempfindlichkeit) begrenzt. Der Schwerpunkt des Vorkommens liegt im maritimen wintermilden Klima.

Die im Handel befindlichen Sorten sind sehr verschieden ausdauernd; im Versuch wurde die mittelspäte Sorte "NFG" verwendet, deren gute Ausdauer in mehreren langjährigen Versuchen auch für den speziellen Standort nachgewiesen worden ist.

Phleum pratense ist ein horstbildendes Obergras mit relativ geringer Bestockungsfähigkeit. Durch Unempfindlichkeit gegen Kälte und lange Schneelage hat es besondere Bedeutung für winterkalte Regionen. Die Weidefestigkeit ist begrenzt: In alten Weiden findet sich Phleum zwar häufig, aber stets nur

mit geringem Bestandsanteil; dabei mag auch seine geringe Konkurrenzfähigkeit eine Rolle spielen.

Phleum pratense bildet am Halmgrund als Speicherorgan eine zwiebelähnliche Verdickung (Haplocorm) aus. Aus den Reserven des Haplocorm werden nach Abschluß der generativen Entwicklung neue Triebe gebildet, die ihrerseits später wieder ein Haplocorm ausbilden können. Die Sortenunterschiede sind bei Phleum relativ gering; im Versuch wurde die späte Sorte "Landsberger" verwendet.

Dactylis glomerata ist ein stark horstbildendes Obergras, das Schnitt- und Weidenutzung verträgt. Durch zahlreiche Blattriebe ist die Stoppel nach der Nutzung grün oder doch fähig, rasch wieder zu ergrünen und zu assimilieren. Ihre Bedeutung als Speicherorgan wird in der einschlägigen Literatur häufig erwähnt.

Hoher Ertrag, rascher Nachtrieb, große Stickstoffdankbarkeit und Dürrefestigkeit stellen besondere Vorzüge von Dactylis dar; wegen des schnellen Wachstums und der Neigung zu frühzeitigem Überständigwerden ist die Nutzung aber relativ schwierig und die Wertschätzung in der Praxis deshalb sehr verschieden.

Im Versuch wurde eine späte Sorte ("Holstenkamp") verwendet, die wegen der geringeren Nutzungsschwierigkeit bei Ansaaten den Vorzug verdient.

3.2 Versuch s ü b e r s i c h t

a) Versuchsanlage:

Mehrfaktorielle Spaltanlage mit vierfacher Wiederholung bei Parzellengrößen von $5 \times 6 \text{ m} = 30 \text{ qm}$ (davon je 15 qm zur Ertragsfeststellung und zur Entnahme der Stoppel/Wurzelproben).

b) Arten:

Lolium perenne

Dactylis glomerata

Phleum pratense

Sorten:

N F G

Holstenkamp

Landsberger

ausgesät am 14.8.1970 mit Saatstärke von 15 kg/ha .

c) Nutzungsvarianten:

"Blattstadium"

"Halmstadium"

"Blühstadium"

d) Stickstoffdüngungsvarianten:

20 kg N/ha je Aufwuchs

60 kg N/ha je Aufwuchs

e) Grunddüngung:

$120 \text{ kg P}_{205} / \text{ha}$

$150 \text{ kg K}_{20} / \text{ha}$

einheitlich im Herbst

f) Versuchsdauer:

2 Jahre 1971/72

3.3 Nutzungsregelung

Die Nutzung wurde nach drei physiologischen Entwicklungsstadien differenziert:

a) "Blattstadium"

Die Nutzung erfolgte hier im Höhepunkt der vegetativen Entwicklung, spätestens bei sichtbarem Beginn der Halm-
bildung, also etwa im Zustand der "Weidereife".

b) "Halmstadium"

Die Nutzung erfolgte hier während des Ähren- bzw. Rispen-
schlebens, spätestens bei Eintreten der ersten Halme in die
Blüte. Dieser Nutzungszeitpunkt entspricht in der Praxis
ungefähr dem Termin des "Siloschnittes".

c) "Blühstadium"

Die Nutzung erfolgte hier zu dem Zeitpunkt, in dem 80 -
90 % des Bestandes blühten, also nach Maßstab der Praxis
etwa zum Termin des Heuschnittes.

Es ist bekannt, daß in der physiologischen Entwicklung der
Gräser Perioden der Reservestoffspeicherung und -verausgabung
abwechseln.

Die Nutzungstermine wurden mit Bezug auf diesen Wechsel gewählt:
Nutzung im Blattstadium erfolgt in einer Periode hoher assimila-
torischer Aktivität, in der Speicherung der Reservestoffe
zu erwarten ist. Nutzung im Halmstadium fällt in eine Periode
intensiven Wachstums, in der Verausgabung der Reservestoffe
anzunehmen ist. Die Nutzung im Blühstadium schließlich findet
in einer Periode der Wachstumsruhe, die sich mit Reserve-
speicherung verbinden kann, statt.

Die Festsetzung dieser Nutzungstermine macht in der Praxis
allerdings gewisse Schwierigkeiten. Eine vorhersehbare Ein-
schränkung ergab sich zunächst daraus, daß mit fortschreiten-
der Jahreszeit die Neigung zu generativer Entwicklung abnimmt,

d.h. also die Bestände in das Halmstadium nicht mehr eintreten. Von Anfang Juli ab wurde deswegen der Nutzungsrhythmus von "Blatt-" und "Halmstadium" angeglichen. Andererseits mußte im Frühjahr die Nutzung im Blattstadium wegen der starken Schoßneigung oft schon bei geringer Aufwuchsmenge erfolgen. Daraus resultiert eine ungewöhnlich große Nutzungshäufigkeit (7 - 8 Nutzungen) mit entsprechender Verkürzung der Assimilationsmöglichkeit.

3.4 Verteilung und Höhe der Stickstoffdüngung

Bei Versuchen mit verschiedener Nutzungshäufigkeit und zeitlich verschiedenen Nutzungsterminen wirft die N-Düngung Fragen auf, die nicht definitiv zu beantworten sind: Gleich hohe Jahresdüngung für die verschiedenen Varianten läßt sich nur erreichen, indem entweder je Aufwuchs verschieden hohe Gaben verabfolgt werden, oder ohne Rücksicht auf die Entwicklung der Bestände in bestimmten zeitlichen Abständen der ganze Versuch gedüngt wird. Das erste Verfahren ist nicht praktikabel, weil sich die Zahl der Nutzungen nicht vorhersehen läßt. Das zweite Verfahren führt zwar rechnerisch zu gleicher Jahresdüngung, die aber wegen Abhängigkeit der N-Wirkung vom Entwicklungsstand des Aufwuchses nicht gleichwertig ist.

Bei gleich hoher Jahresdüngung bleibt zudem unberücksichtigt, daß mit der Nutzungshäufigkeit auch der N-Bedarf oder jedenfalls die Möglichkeit der N-Verwertung zunimmt. In der Praxis der intensiven Grünlandbewirtschaftung wird dementsprechend die N-Düngung je Aufwuchs gegeben und die Höhe der Jahresdüngung richtet sich insoweit nach der Zahl der Nutzungen.

Es schien am zweckmäßigsten, die Versuchsanstellung nach dieser praktischen Handhabung auszurichten, zumal sich dann die Verteilung der N-Düngung am ehesten dem Bedarf der Pflanzen anpaßt. Dabei mußte allerdings in Kauf genommen werden, daß die Höhe der Jahresdüngung sich der verschiedenen Schnitzzahl entsprechend bei den Versuchsvarianten und in den einzelnen Jahren unterscheidet und die exakte Isolierung der N-Wirkung von der Wirkung der Nutzungshäufigkeit nicht möglich ist.

Als Stickstoffform wurde Kalkammonsalpeter verwendet. Die Höhe der N-Düngung wurde in zwei Stufen - 20 und 60 kg N/ha je Aufwuchs - variiert.

Als Grunddüngung erhielten die Parzellen einheitlich im Herbst 120 kg/ha P_2O_5 Thomasphosphat und 150 kg/ha K_2O 50%iges Kalisalz.

Boden- und Aufwuchsuntersuchungen wiesen nach, daß diese Düngung ausreichende Nährstoffversorgung gewährleistete.

3.5 Standort und Jahreswitterung

Die Untersuchungen wurden auf dem Versuchsgelände der Hess. Lehr- u. Forschungsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Eichhof in Bad Hersfeld durchgeführt. Das Versuchsfeld liegt 200 m über NN mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 684 mm. Der Boden ist entwässerte Gley-Braunerde alluvialen Ursprungs.

Tabelle 1 führt die Witterungsdaten, nach Monaten und Halbjahren gegliedert, im Vergleich zum langjährigen Mittel an.

Die Witterung der beiden Untersuchungsjahre unterschied sich stark: Das Winterhalbjahr 1970/71 war sehr trocken und kalt. Nach relativ kurzer Erwärmung Anfang April folgte bis Anfang Juni eine Periode mit hohen Niederschlägen und niedrigen Temperaturen. Im Juli setzte dann Trockenheit ein, die bis zum Ende der Vegetationsperiode anhielt. Besonders niederschlagsarm war der Juli mit 9 mm Regen.

Durch diese ungünstigen Witterungsverhältnisse war das Wachstum im Jahre 1971 ständig gehemmt. Es setzte zunächst wegen trockenen und kalten Vorfrühlings zögernd ein, wurde dann im Frühsommer durch Nässe und Kälte wieder behindert und stand im Sommer und Herbst wegen Dürre fast still. Das Winterhalbjahr 1971/72 war ebenfalls trocken, besonders der Februar war mit 4 mm sehr niederschlagsarm. Ein starker Temperaturanstieg und sehr hohe Niederschlagsmengen im März begünstigten zunächst das Wachstum im zeitigen Frühjahr; eine kühle Periode hemmte es dann jedoch in der ersten Aprilhälfte.

Das anschließende Sommerhalbjahr brachte mit reichlichen und gut verteilten Niederschlagsmengen bei hohen Temperaturen günstige Wachstumsbedingungen. Besonders der Juli war niederschlagsreich.

T a b e l l e 1

Die Niederschlagsmenge (mm) und Temperaturen (°C) im Durchschnitt
=====

	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.- März	Apr.- Sept.	Jahres- summe
lang- jähriges Mittel	mm 61	53	58	51	40	44	49	63	59	81	70	55	307	377	684
	°C 7,9	3,4	0,2	-1,0	0,3	3,2	7,3	12,2	15,3	16,8	16,0	12,6	2,3	13,4	7,9
1															
1970/71	mm 73	36	28	26	12	13	44	84	85	9	21	24	232	223	455
	°C 7,6	5,1	0,1	-3,3	1,4	0,6	7,4	13,8	13,2	17,1	17,3	11,3	1,9	13,4	7,7
1971/72	mm 28	50	20	9	4	80	60	87	96	132	105	56	191	536	727
	°C 8,9	2,5	3,6	-1,9	1,6	9,5	6,9	13,7	14,1	19,0	16,8	10,4	4,0	13,5	8,8

3.6 Methodik der Ertragsermittlung

Ansaat

Der Versuch wurde am 14. August 1970 auf einer eben gelegenen Fläche angesät. Zeitigere Aussaat (Anfang bis Mitte Juli) war aus technischen Gründen nicht möglich.

Trockene Witterung im September verzögerte dann die Entwicklung der Ansaaten so stark, daß die besonders spätsaatempfindliche Art *Dactylis glomerata* so starke Winterschäden erlitt, daß im folgenden Frühjahr (März/April 1971) nachgesät werden mußte.

Ertragsfeststellung

Zur Ertragsfeststellung wurde aus dem Bestand jeden Teilstückes ein Streifen vom 1,4 m Breite (Mähbalkenbreite) und 6 m Länge (Parzellenlänge) mit einem Motormäher 4 - 5 cm tief herausgeschnitten. Die auf dieser Fläche von 8,4 qm anfallende Grünmasse wurde gewogen und davon zwei Mischproben genommen. Die erste Probe von 500 g wurde nach untersuchter Art und Fremdbesatz gewichtsmäßig analysiert, und getrennt für die Feststellung des TM-Ertrages zur Trocknung ins Labor geliefert. Bei der zweiten Probe wurde ebenfalls der Fremdbesatz ausgelesen, und dann etwa 250 g von der reinen Art für chemische Untersuchungen zur Trocknung ins Labor geschickt. Sofort nach der Probenahme wurde die ganze Parzelle gemäht und aus dem Teil, der für die Entnahme der Stoppel/Wurzelproben bestimmt war, mittels eines Metallkastens mit einer Fläche von 400 qcm (20 x 20) und einer Tiefe von 15 cm Stoppel/Wurzelproben entnommen. Kontrolluntersuchungen zeigten, daß bei dieser Tiefe der Probenahme 90 - 95 % der Wurzelmasse erfaßt werden; auch die Arbeiten von KLAPP 1943 und KMOCH bestätigen diese Feststellung. Die Stoppel/Wurzelproben wurden zur Auswaschung zu einem für diesen Zweck hergerichteten Raum am ^Kande des Feldversuchsfeldes gebracht und sorgfältig ausgewaschen, die Pflanzen- und Triebzahlen bestimmt, die Stoppel am Wurzelansatz von den Wurzeln getrennt und die Trockenmasse ermittelt.

Die Proben, die zur Ermittlung des Trockenmasseertrages dienten, wurden im Ventilator Trockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Bei den für die chemische Analyse bestimmten Proben erfolgte die Trocknung bei 60°C . Das lufttrockene Material wurde in diesem Fall anschließend gemahlen und in Blechdosen unter Luftabschluß kühl aufbewahrt.

Der Schnitt erfolgte stets zu einer bestimmten Tageszeit, und zwar aus arbeitstechnischen Gründen um 9.00 Uhr morgens, um die tageszeitlichen Schwankungen der LKH, von denen WEITE u. BOYD, EAGLES, FISCHER, ALBERDA berichten, auszuschließen.

Die statistische Auswertung erfolgte varianzanalytisch nach Blockanlage (v. Lochow und Schuster: Anlage und Auswertung von Feldversuchen. DLG - Verlag Frankfurt am Main 1961).

3.7 Methodik der chemischen Analyse

An Aufwuchs, Stoppel und Wurzel wurden folgende Untersuchungen vorgenommen:

- a) Gehalt an Trockensubstanz
bei 105 ° C, 3 Stunden
- b) Gehalt an Rohprotein
nach Kjeldahl
- c) Gehalt an lösl. Kohlenhydraten
(siehe unten)
- d) Gehalt an Rohfaser
(nur beim Aufwuchs)

Zur Bestimmung der lösl. Kohlenhydrate wurde in Anlehnung an die Methoden von D U B O I S et al folgendermaßen verfahren:

1 g trockene, gemahlene Substanz wird in ein 100 ml Homogenisatorglas eingewogen, zur Eiweißfällung mit 20 ml 5 %iger Trichloressigsäurelösung versetzt und eine Minute homogenisiert. Der Inhalt des Glases wird über Faltenfilter in 250 ml-Meßkolben filtriert, mit heißem destilliertem Wasser (in kleinen Gaben) bis zu einem Gesamtvolumen von 250 ml sorgfältig ausgewaschen und nach Abkühlen bis zur Marke aufgefüllt. Kontrolluntersuchungen haben gezeigt, daß dabei eine praktisch völlige Extraktion der lösl. Kohlenhydrate erreicht wird. Der Extrakt wird 1 : 10 verdünnt. 5 ml der verdünnten Lösung werden in einem dickwandigen 25 ml - Reagenzglas mit 0,02 ml Phenollösung (80 %ige wässrige Lösung) versetzt, gemischt und 20 Minuten in einem siedenden Wasserbad erhitzt. Nach Abkühlen wird die gelb bis dunkelbraun gefärbte Lösung mit Filter S 47 in einer 1 cm - Küvette am ELKO gegen Blindlösung gemessen. Die Eichkurve wurde mit Glucoselösung hergestellt.

4. Aufwuchserträge

Während die Jahreserträge der verschiedenen Nutzungs-, Düngungsvarianten und Arten sich miteinander vergleichen lassen, ist ein direkter Vergleich der Aufwuchsmengen einzelner Schnitte wegen der zeitlichen Verschiebung der Nutzungstermine und der unterschiedlichen Erholungszeit nicht möglich.

Ertragsverteilung und Verlauf der Ertragsbildung sind aber andererseits wichtige Kriterien für die Nutzungswirkung. Ein jahreszeitlich differenzierter Ertragsvergleich der verschiedenen Nutzungsvarianten läßt sich trotz der genannten Abweichungen vornehmen, wenn die Aufwuchserträge nach Vegetationsabschnitten zusammengefaßt werden.

Der zeitlichen Abgrenzung dieser Abschnitte können die Nutzungstermine der Variante "Blühstadium" dienen, weil hier der Wachstumsverlauf wenig gestört wurde und die Nutzungstermine physiologische Entwicklungsabschnitte kennzeichnen. Bei dieser Abgrenzung umfassen die Vegetationsabschnitte bei den einzelnen Arten wegen der Verschiedenheit des Entwicklungsrhythmus allerdings nicht den gleichen Zeitraum; ebenso werden nicht immer gleich viele Nutzungen zusammengefaßt. Entscheidend ist aber, daß die Abschnittserträge nach Maßstab der physiologischen Entwicklung vergleichbar sind.

Zu bedenken ist ferner, daß die Jugendentwicklung der Arten verschieden rasch verlaufen kann, und die Ergebnisse erst nach Abschluß der Jugendentwicklung, wenn die volle Ertragsfähigkeit erreicht worden ist, uneingeschränkt aussagefähig sind. Als Maßstab der Ertragshöhe bei ungestörter Entwicklung können die Erträge bei Nutzung im Blühstadium dienen.

4.1 Aufwuchserträge von *Lolium perenne*

Die Erträge bei Nutzung im Blühstadium betragen im Durchschnitt der N-Stufen in beiden Jahren (dz/ha):

	1	2	3	4	Jahres- ertrag
1971	57,2	13,6	5,8	4,9	81,5
1972	55,1	15,1	-	11,0	81,2

Die Jahreserträge stimmen überein; die Ertragsdepression durch Trockenheit im Herbst 1971 wurde durch einen zusätzlichen Aufwuchs im Sommer kompensiert. Die Stoppel- und Wurzelmenge betrug bei Nutzung im Blühstadium im Mittel der Nutzungsstermine und N-Stufen:

	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	dz/ha	%	dz/ha	%
Stoppel	18,9	51	12,1	42
Wurzeln	18,2	49	16,7	58
Gesamt	37,1	100	28,8	100

Stoppel- und Wurzelmenge war also im 1. Jahr größer als im 2. Da die Stoppelmenge stärker abnahm, verschob sich das prozentuale Verhältnis im 2. Jahr zugunsten der Wurzelmenge.

Die trotz der Dürre 1971 übereinstimmenden Erträge und die große Stoppel/Wurzelmenge im Jahre 1971 zeigen, daß *Lolium* schon im 1. Untersuchungsjahr die Jugendentwicklung im wesentlichen abgeschlossen hatte. Für die Beurteilung der Nutzungs- und Düngungswirkungen können deshalb die beiden Jahre herangezogen werden.

4.1.1 Jahreserträge (Trockenmasse und Rohprotein)

Abbildung 1 stellt die Jahreserträge von Lolium bei den verschiedenen Nutzungs- und Düngungsvarianten graphisch dar; aus der Darstellung geht hervor:

- a) Die Jahreserträge an Trockenmasse unterschieden sich nicht bedeutend, vor allem wenn man die Ertragsminderung durch Witterungseinflüsse im Jahre 1971 berücksichtigt. Bei geringer N-Düngung brachte Lolium 1971 durchweg höhere Erträge als 1972 - wahrscheinlich machte sich eine Erhöhung des Stickstoffangebotes im Boden durch die Vorfruchtwirkung (Welsches Weidelgras) im Frühjahr 1971 bemerkbar - ; bei hoher N-Düngung waren jedoch die Jahreserträge von "Blüh-" und "Blattstadium" 1972 höher. Entsprechend unterscheidet sich die N-Wirkung. Die Relativerträge (20 N = 100) betrugen:

	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Blühstadium	144	174
Halmstadium	146	135
Blattstadium	133	170

Die N-Wirkung war also im 2. Jahr wegen günstigerer Witterungsverhältnisse besser; eine Ausnahme bildete jedoch die Variante Halmstadium.

Die Erhöhung der Schnitzzahl verursachte trotz der damit verbundenen Erhöhung der N-Düngung eine Verringerung der Jahreserträge. Bezogen auf "Blühstadium" ergeben sich folgende Relativerträge:

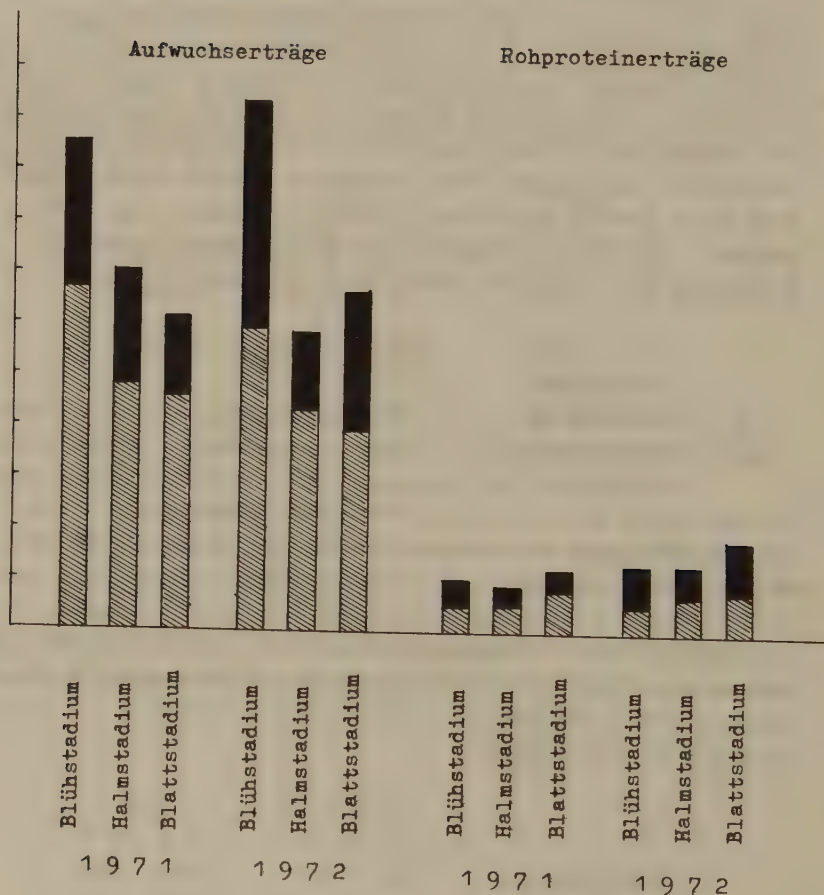
	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	20 N	60 N	20 N	60 N
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	72	73	73	<u>57</u>
Blattstadium	69	64	65	64

J a h r e s e r t r ä g e

(Trockenmasse und Rohprotein dz/ha)

L o l i u m p e r e n n e

dz/ha



"20 N"

Mehrertrag bei "60 N"

Eine auffallende Abweichung von der allgemeinen Tendenz stellt wiederum der sehr niedrige Ertrag der Variante "Halmstadium" mit hoher N-Düngung im 2. Jahr dar. Genaueren Aufschluß über die Wirkung der Nutzungsdifferenzierung gibt der später noch vorzunehmende Vergleich der Ertragsbildung im Laufe der Vegetationszeit.

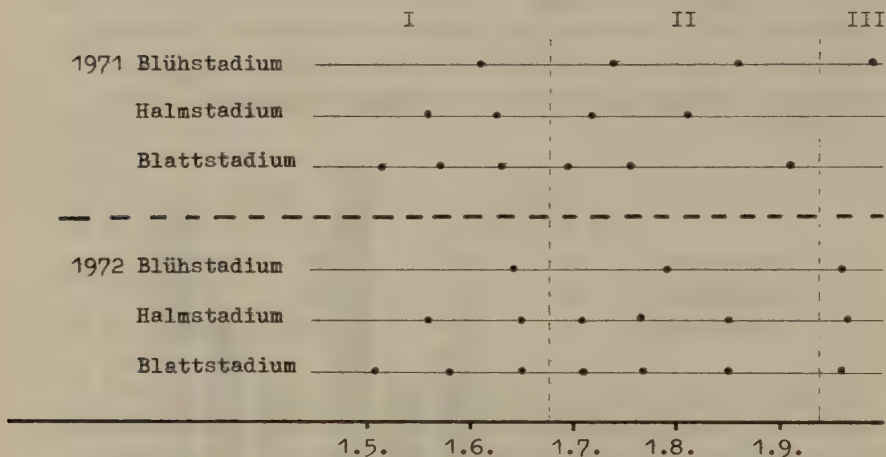
- b) Bei den Rohproteinerträgen verschiebt sich die Ertragsrelation zugunsten von "Blattstadium", wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß mit der Nutzungshäufigkeit auch die absolute N-Düngung ansteigt. Die Relativverträge (Blühstadium = 100) lauten:

	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	20 N	60 N	20 N	60 N
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	96	95	118	98
Blattstadium	134	122	136	135

Besonders hervorzuheben ist der relativ geringe Rohprotein-ertrag 1972 bei Nutzung im Halmstadium mit hoher N-Düngung; trotz größerer Nutzungshäufigkeit und absolut hoher N-Dün-gung geht er nicht über den Ertrag von "Blühstadium" hinaus. Auch im Rohproteinertrag macht sich also die ungünstige Wir-kung der Nutzung im Halmstadium bei hoher N-Düngung bemerkbar.

4.1.2 Ertrag der einzelnen Aufwüchse im Laufe der Vegetationszeit

Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über die Schnitttermine von *Lolium per.* in beiden Untersuchungsjahren; die Nutzungsdaten sind im einzelnen in Anhangstabelle 1 angegeben:



Eine Gliederung der Jahreserträge nach Maßstab der Nutzungs-
termine von "Blühstadium" stößt auf die Schwierigkeit, daß
"Blühstadium" im Jahre 1971 vier und in 1972 drei Schnitte
brachte, obwohl im 2. Jahr die Wachstumsbedingungen günstiger
waren. Die Schnitte fallen in den beiden Untersuchungsjahren
auf folgende Kalenderdaten:

1971	3.6.	12.7.	17.8.	28.9.
1972	13.6.	27.7.	18.9.	

Bei den relativ ungünstigen Witterungsbedingungen 1971 - kühles
Frühjahr, trockener, sehr warmer Sommer und Herbst - kam *Lolium*
unter Einschränkung der vegetativen Entwicklungsphasen schneller
und häufiger zur Blüte. Übereinstimmend blieb aber in beiden
Jahren beim letzten Aufwuchs die generative Entwicklung aus.

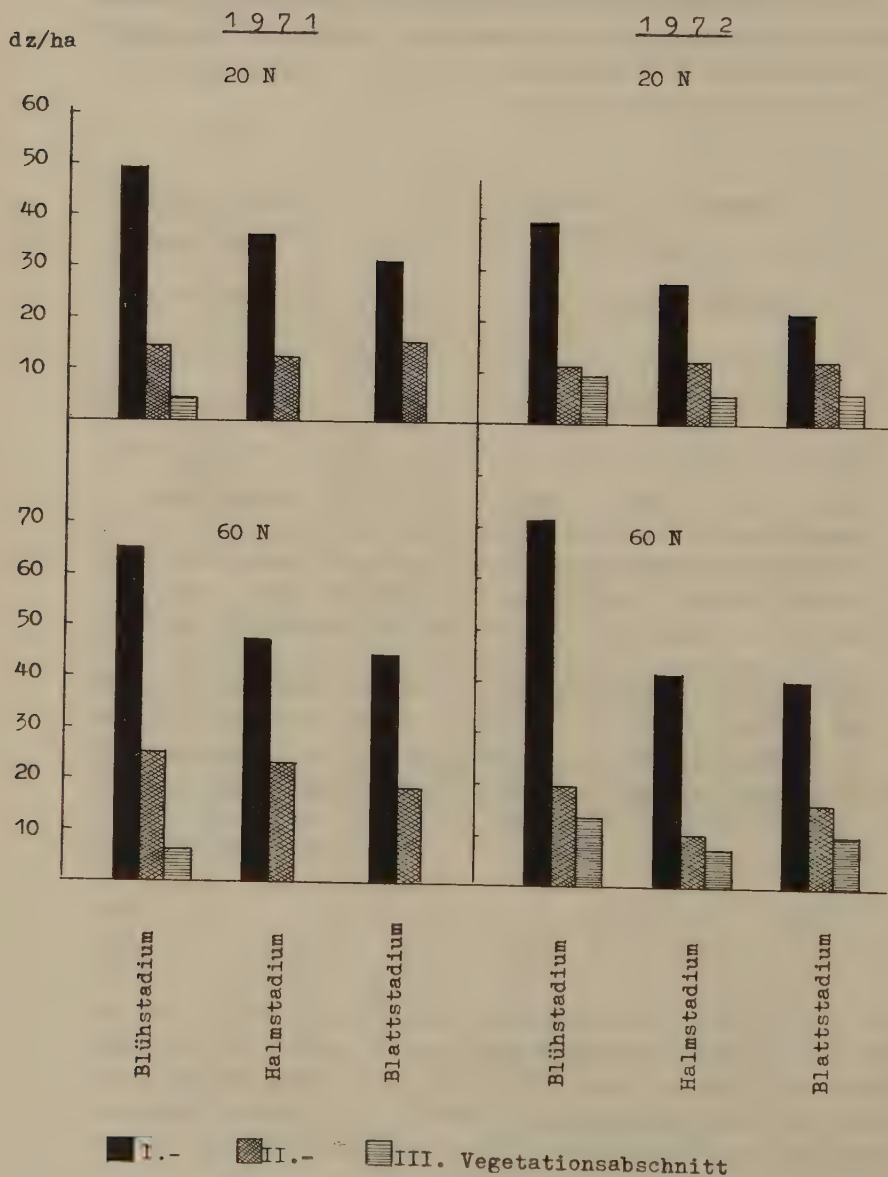
Eine Zusammenfassung zu drei Entwicklungsabschnitten stellt deshalb am sinnvollsten jeweils den ersten und letzten Aufwuchs der beiden Jahre und den zweiten und dritten Aufwuchs 1971 dem 2. Aufwuchs 1972 gegenüber. Bei dieser Regelung ordnen sich die Schnittermine der drei Nutzungsvarianten einander folgendermaßen zu:

		I	II	III
Blühstadium	1971	- - 1	- 2 3	4
	1972	- - 1	- - 2	3
Halmstadium	1971	- 1 2	- 3 4	-
	1972	- 1 2	3 4 5	6
Blattstadium	1971	1 2 3	4 5 6	-
	1972	1 2 3	4 5 6	7

Dabei sind von "Halm-" und "Blattstadium" am Ende der Vegetationsperiode jeweils die Aufwüchse dem III. Abschnitt zugerechnet worden, bei denen der Ansatz zur generativen Entwicklung ganz ausblieb. Im Jahre 1971 kam es zu dieser rein vegetativen Entwicklung am Ende der Vegetationsperiode mit erfaßbarem Ertrag nur bei der Variante "Blühstadium".

Die Darstellung in der Abbildung 2 faßt die Aufwuchserträge der beiden Jahre nach diesem Schema zusammen.

gegliedert nach Vegetationsabschnitten

L o l i u m p e r e n n e

Aus der Darstellung geht hervor, daß der geringere Jahresertrag von "Halm-" und "Blattstadium" gegenüber "Blühstadium" hauptsächlich auf geringeren Ertrag im I. Vegetationsabschnitt zurück geht. Im II. Vegetationsabschnitt nähern sich die Erträge der drei Varianten einander an. Im III. Abschnitt ergibt sich wieder ein absolut nicht sehr großer, aber relativ doch bedeutender Minderertrag bei "Halm-" und "Blattstadium". Auffallend ist besonders, daß während der Dürreperiode im Sommer 1971 nur die Variante "Blühstadium" noch einen Aufwuchs brachte, obwohl die Trockenheit mindestens ebenso stark auf den Nachtrieb einwirkte.

Die großen absoluten Ertragsdifferenzen im I. Vegetationsabschnitt erklären sich leicht aus der starken Massebildung bei langer "Ruhezeit" und ungestörter generativer Entwicklung. Dagegen weist die Ertragsüberlegenheit der Variante "Blühstadium" im III. Vegetationsabschnitt eindeutig auf Beeinträchtigung der Produktivität durch die häufigere Nutzung bei "Halm-" und "Blattstadium" hin, weil in diesem Vegetationsabschnitt bei allen Varianten rein vegetative Entwicklung ohne Halmbildung stattfand und insofern die Erträge vollständig vergleichbar sind.

Vergleicht man die Erträge von "Halm-" und "Blattstadium", so zeigt sich, daß im 1. Nutzungsjahr bei geringer N-Düngung die Ertragsunterschiede gering waren. Bei hoher N-Düngung blieb der Ertrag von "Blattstadium" im II. Vegetationsabschnitt etwas zurück. Dieser Minderertrag erklärt sich daraus, daß der vorletzte und letzte Aufwuchs während der Dürreperiode gebildet wurde. Im 2. Nutzungsjahr bestand bei geringer N-Düngung ein ähnlich geringer Ertragsunterschied zwischen diesen beiden Varianten, bei hoher N-Düngung brachte "Halmstadium" aber in dem II. und III. Vegetationsabschnitt so viel geringeren Ertrag als "Blattstadium", daß diese Variante im Jahresertrag überlegen ist.

Die Relativerträge bei hoher N-Düngung (20 N = 100) betragen für die Vegetationsabschnitte:

	1971				1972			
	I	II	III	Jahres- ertrag	I	II	III	Jahres- ertrag
Blühstadium	132	178	177	144	184	166	143	174
Halmstadium	133	185	-	146	153	86	152	135
Blattstadium	139	120	-	133	191	133	167	169

Unverkennbar wirkte sich die Kombination von Nutzung im Halmstadium mit hoher N-Düngung im 2. Nutzungsjahr ausgesprochen ungünstig auf den Ertrag im Sommer aus. Die Einzelerträge der Aufwüchse (Tabelle 2) zeigen dies noch deutlicher:

Tabelle 2

Aufwuchserträge von *Iolium perenne* bei Nutzung im Helm- und Blattstadium

		I			II		
Schnitttermine bei:							
Blattstadium		17.5.	8.6.	28.6.	6.7.	3.8.	3.9.
Halmstadium		21.5.	8.6.		16.7.		
1971	20 N	23.9	11.6		8.6	3.7	
	60 N	31.3	15.7		16.9	5.9	
	20 N	11.2	11.8	8.4	8.9	3.7	2.1
	60 N	15.4	17.9	10.3	8.9	6.7	2.0
		I			II		
Schnitttermine bei:							
Blattstadium		15.5.	14.6.	3.7.	20.7.	15.8.	19.9.
Halmstadium		24.5.	14.6.	3.7.	20.7.	14.8.	18.9.
1972	20 N	13.2	13.6	3.5	3.8	4.5	4.6
	60 N	29.0	12.0	3.0	3.0	4.3	7.0
	20 N	6.4	7.6	6.9	4.1	5.2	5.8
	60 N	12.2	15.8	7.9	4.6	6.8	9.7

Bei geringer N-Düngung wurden bis zur 2. bzw. 3. Nutzung - Mitte Juni - relativ hohe Erträge erzielt, dann trat bis Ende Juli eine Ertragsdepression ein, der ein leichter Ertragsanstieg im Herbst folgte; dabei war die Ertragsspitze im Frühjahr bei "Halmstadium" besonders stark ausgeprägt. Bei hoher N-Düngung trat dagegen schon bei der 2. bzw. 3. Nutzung ein Ertragsrückgang ein, der sich allerdings bei den folgenden beiden Nutzungen noch deutlich verstärkte.

Das frühe Einsetzen der Ertragsdepression äußert sich sehr deutlich auch in einer Abnahme der N-Wirkung. Die Relativerträge bei hoher N-Düngung (20 N = 100) lauten:

Halmstadium	220	88	86	79	93	153
Blattstadium	253	209	114	112	171	131

Hier zeigt sich noch deutlicher, daß die 1. Nutzung im Halmstadium sich sehr ungünstig auf die Ertragsbildung in der restlichen Vegetationszeit auswirkte. Die ungünstige Nachwirkung kam auch in Narbendichte zum Ausdruck. Sie war im Herbst bei der Variante "Halmstadium" - ob durch Pflanzenverluste oder schwächere Bestockung - deutlich geringer als bei der Variante "Blattstadium". (Abb.).

Die Relationen zwischen den Rohproteinerträgen folgen den gleichen Tendenzen; es braucht deshalb nicht näher darauf eingegangen zu werden. Als Beispiel seien die Relativerträge der einzelnen Aufwüchse von "Blatt-" und "Halmstadium" bei hoher N-Düngung (20 N = 100) im Jahre 1972 angeführt:

Halmstadium	363	141	122	104	127	227
Blattstadium	355	304	175	154	208	168

Die schlechte Nachwirkung der 1. Nutzung im Halmstadium zeichnet sich auch hier unverkennbar ab.

4.2 Aufwuchserträge von Phleum pratense

Die Aufwuchserträge von Phleum bei Nutzung im Blühstadium betragen im Durchschnitt der N-Düngungsstufen in beiden Jahren:

	I	II	III	Jahres- ertrag
1971	78,4	15,4	2,8	96,6
1972	68,7	30,2	14,2	113,1

Sie unterscheiden sich nicht grundlegend, wenn man im Jahre 1971 für den 1. Aufwuchs die günstige Vorfruchtwirkung und für den 3. Aufwuchs den ertragssenkenden Einfluß der Dürre in Rechnung stellt.

Die Stoppel- und Wurzelmenge war 1972 etwas größer als 1971, das prozentuale Verhältnis von Stoppel und Wurzel änderte sich aber nicht wesentlich. Im Mittel der beiden N-Stufen errechnet sich folgender Jahresdurchschnitt:

	1971		1972	
	dz/ha	%	dz/ha	%
Stoppel	18,4	55	23,5	53
Wurzel	15,3	45	21,1	47
Gesamt	33,7	100	44,7	100

Eine bedeutende Zunahme der Stoppel- und Wurzelmenge trat zudem schon nach der 1. Nutzung 1971 ein (Anhangstabelle 4 u.6). Alles in allem hatte Phleum im Jahre 1971 seine Entwicklung im wesentlichen abgeschlossen. Für die Beurteilung der Nutzungs- und Düngungswirkungen können deshalb beide Jahre herangezogen werden.

4.2.1 Jahreserträge (Trockenmasse und Rohprotein)

Abbildung 3 stellt die Jahreserträge von Phleum bei den verschiedenen Nutzungs- und Düngungsvarianten graphisch dar; aus der Darstellung geht hervor:

- a) Die Jahreserträge an Trm. waren 1972 in jedem Fall höher als 1971; eine anfallende Ausnahme bildet nur die Variante "Halmstadium - 60 N", die in beiden Jahren praktisch gleich hohe Erträge brachte. Die Mehrerträge im Jahre 1972 erklären sich aus den günstigen Wachstumsbedingungen:

Die relative N-Wirkung war durchweg bedeutend schwächer als bei Lolium per., Die Relativerträge (20 N = 100) lauten:

	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Blühstadium	122	137
Halmstadium	139	118
Blattstadium	129	125

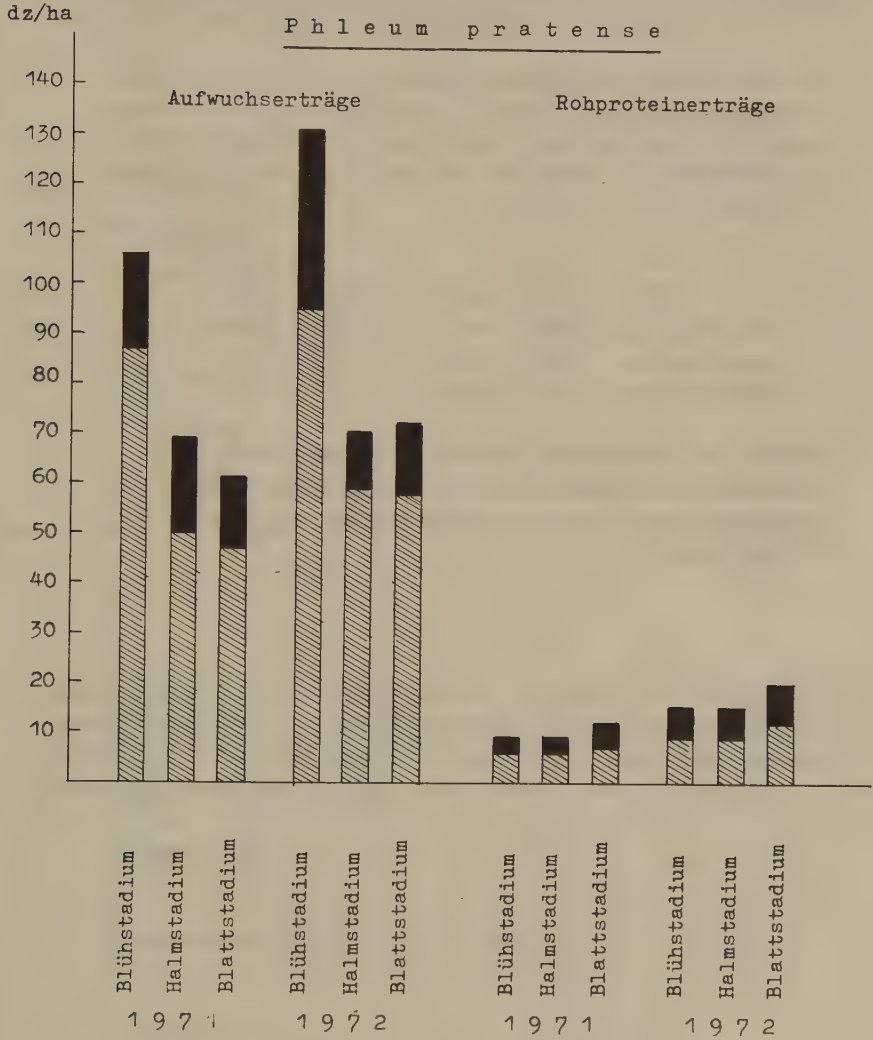
Bessere N-Wirkung im Jahre 1972, wie sie in Anbetracht der günstigen Witterungsbedingungen zu erwarten war, trat nur bei Nutzung im Blühstadium ein, während bei Nutzung im Halmstadium die N-Wirkung 1972 bedeutend und bei Nutzung im Blattstadium etwas geringer war als 1971. Bezogen auf "Blühstadium" ergeben sich folgende Ertragsrelationen zwischen den Nutzungsvarianten:

	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	20 N	60 N	20 N	60 N
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	57	65	62	53
Blattstadium	54	57	60	53

Abb. 3

Jahreserträge

(Trockenmasse und Rohprotein dz/ha)



▨ "20 N"

■ Mehrertrag bei "60 N"

Die häufigere Nutzung im Halm- und Blattstadium bewirkte gegenüber "Blühstadium" eine sehr starke Ertragsabnahme. Die Ertragsunterschiede zwischen den beiden häufig genutzten Varianten waren demgegenüber gering. Hervorzuheben ist aber der vergleichsweise besonders geringe Ertrag bei Nutzung im Halmstadium - 60 N im Jahre 1972.

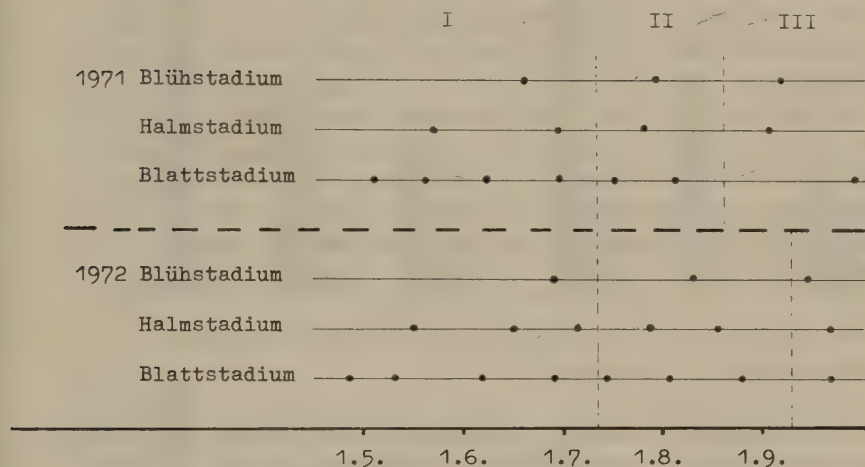
- b) Die höchsten Rohproteinerträge brachte in beiden Jahren die Nutzung im Blattstadium, wobei wieder zu berücksichtigen ist, daß sich die Vermehrung der Nutzungshäufigkeit mit Erhöhung der N-Düngung verbindet. Die Relativerträge (Blühstadium = 100) lauten:

	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	20 N	60 N	20 N	60 N
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	92	100	107	100
Blattstadium	119	132	133	132

Nutzung im Halmstadium brachte in beiden Jahren trotz größerer Nutzungshäufigkeit und entsprechend höherer N-Düngung etwa gleiche RP-Jahreserträge wie Nutzung im "Blühstadium".

4.2.2 Ertrag der einzelnen Aufwüchse im Laufe der Vegetationszeit

Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über die Schnitttermine von Phleum in beiden Untersuchungsjahren, die Nutzungsdaten sind im einzelnen in Anhangtabelle 1 angegeben.



Wegen der späten Blüte erfolgte die 1. Nutzung bei Phleum relativ spät, der I. Vegetationsabschnitt nach Maßgabe dieses Termines ist deswegen vergleichsweise lang. Die Schnitttermine der Nutzungsvarianten ordnen sich einander folgendermaßen zu:

Blühstadium	1971	- - - 1	- - 2	3
	1972	- - - 1	- - 2	3
Halmstadium	1971	- 1 - 2	- - 3	4
	1972	- 1 2 3	4 - 5	6
Blattstadium	1971	1 2 3 4	- 5 6	7
	1972	1 2 3 4	5 6 7	8

Beim Vergleich der Vegetationsabschnitte der beiden Jahre muß die Verschiedenheit der Witterung berücksichtigt werden:

In Abschnitt I waren die Witterungsunterschiede nicht sehr bedeutend. Abschnitt II fällt 1971 zum Teil schon in die Dürreperiode. Der Ertrag des 2. Abschnittes im "Blühstadium" (28.7.) dürfte jedoch durch die Trockenheit, die Anfang Juli einsetzte, kaum beeinflußt sein, weil sich bis dahin nach dem 1. Schnitt am 18.6. schon ein Bestand entwickelt hatte. Für die 3. Nutzung im Halmstadium und für die 5. Nutzung im Blattstadium, die der 2. Nutzung im Blühstadium zugeordnet sind, muß dagegen mit Ertragsminderung durch die Dürre gerechnet werden, weil die ganze Wachstumszeit in die Dürreperiode fiel. Im III. Vegetationsabschnitt schließlich wurden 1971 die Erträge aller Nutzungsvarianten durch die Trockenheit herabgesetzt, während 1972 bis zum Ende der Vegetationsperiode günstige Wachstumsbedingungen herrschten.

In der Abbildung 4 sind die Erträge nach Vegetationsabschnitten zusammengefaßt dargestellt.

Der Darstellung ist zunächst zu entnehmen, daß Nutzung im Blühstadium regelmäßig höheren Ertrag als Nutzung im Halm- und Blattstadium brachte. Eine Ausnahme, die eindeutig witterungsbedingt ist, bildet nur der III. Vegetationsabschnitt des Jahres 1971.

"Halmstadium" brachte gegenüber "Blattstadium" im I. Vegetationsabschnitt regelmäßig höheren Ertrag. Im II. und III. Vegetationsabschnitt unterschieden sich 1971 die Erträge dieser beiden Varianten kaum, im 2. Nutzungsjahr (1972) brachte "Halmstadium" aber im II. Vegetationsabschnitt erheblich geringeren Ertrag.

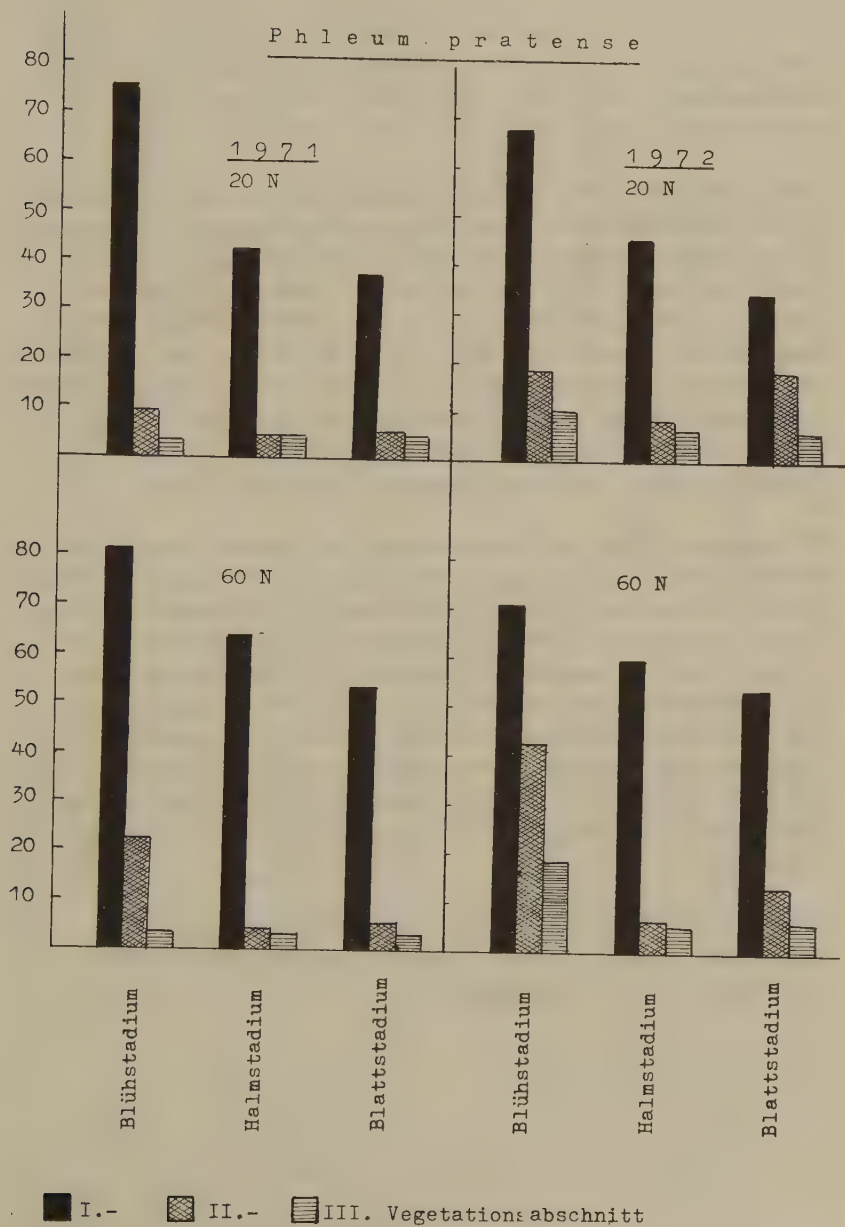
Im ganzen zeichnet sich gegenüber "Blühstadium" bei häufiger Nutzung eine Ertragsdepression im II. und III. Vegetationsabschnitt ab, die 1972 bei der Variante "Halmstadium" im II. Vegetationsabschnitt besonders stark ausgeprägt war.

Erträge (dz/ha)

gegliedert nach Vegetationsabschnitten

dz/ha

Phleum pratense



Als Relativerträge bei hoher N-Düngung errechnen sich (20 N = 100):

	1971				1972			
	I	II	III	Jahres- ertrag	I	II	III	Jahres- ertrag
Blühstadium	108	238	115	122	105	230	180	137
Halmstadium	150	90	68	139	132	67	85	118
Blattstadium	141	93	74	129	156	73	103	125

Bei "Blühstadium" war in beiden Jahren die relative N-Wirkung im I., verhältnismäßig langen Vegetationsabschnitt nur gering, in den beiden folgenden Abschnitten dagegen stark, wenn man im II. Abschnitt 1971 den Einfluß der extremen Trockenheit in Rechnung stellt. Bei "Halmstadium" und "Blattstadium" war dagegen die relative N-Wirkung im I. Abschnitt, auf den mehrere Nutzungen entfallen, stark, in den folgenden beiden Abschnitten dann aber mehr oder weniger ausgeprägt negativ, wobei die ungünstige Nachwirkung der häufigen Nutzung im I. Abschnitt bei Halmstadium deutlicher als bei "Blattstadium" war.

In Tabelle 3 sind die Einzelerträge bei Nutzung im Halm- und Blattstadium aufgeführt. Als Tendenz zeigt sich, daß die Vegetationsabschnitte sich mit Intervallen der Ertragshöhe decken: Dem I. Abschnitt mit relativ hohen Erträgen folgt im II. Abschnitt ein Rückgang der Ertragshöhe. Beim letzten Aufwuchs (III. Abschnitt) deutet sich dann wieder Ertragszunahme an. Bei den relativ niedrigen Erträgen des III. Vegetationsabschnittes 1971 muß der Einfluß der Trockenheit berücksichtigt werden. Eine auffallende Abweichung stellt aber das Absinken der Ertragshöhe nach der 1. Nutzung im Halmstadium im Jahre 1972 dar.

Die relative N-Wirkung spiegelt diese Zusammenhänge noch deutlicher wider, besonders auch die Depression nach der 1. Nutzung im Halmstadium 1972.

Tabelle 3

Aufwuchserträge von *Phleum pratense* bei Nutzung im Halm- und Blattstadium

		I				II		III					
Schnitttermine bei: Halmstadium													
Blattstadium		3.5.	18.5.	21.5.	28.6.	29.6.	15.7.	23.7.	4.8.	2.9.	28.9.		
1971	Halmstadium 20 N			29.2	12.6			4.2		3.8			
	60 N			$\frac{46.8}{160}$	$\frac{16.1}{128}$			$\frac{3.8}{90}$		$\frac{2.6}{68}$			
	relative N-Wirkung (20 N = 100)												
	Blattstadium 20 N	12.5	14.5	4.3	6.0		3.5	1.9	4.2				
	60 N	$\frac{19.4}{155}$	$\frac{17.2}{117}$	$\frac{4.9}{113}$	$\frac{11.0}{183}$		3.5	$\frac{1.5}{96}$	$\frac{4.1}{74}$				
	relative N-Wirkung (20 N = 100)						100						
Schnitttermine bei: Halmstadium		I				II		III					
Blattstadium		25.4.	9.5.	15.5.	5.6.	15.6.	27.6.	4.7.	13.7.	26.7.	17.8.	23.8.	21.9.
1972	Halmstadium 20 N			32.1	6.9			5.5		4.7	3.6		6.0
	60 N			$\frac{50.4}{157}$	$\frac{3.4}{49}$			$\frac{5.0}{91}$		$\frac{3.0}{64}$	$\frac{2.7}{75}$		5.1
	relative N-Wirkung (20 N = 100)												85
	Blattstadium 20 N	11.6	6.4	11.4	4.4			6.3	6.3	5.1			6.2
	60 N	$\frac{23.7}{204}$	$\frac{10.5}{164}$	$\frac{11.7}{103}$	$\frac{6.7}{152}$			3.5	6.0	3.5	6.4		6.4
	relative N-Wirkung (20 N = 100)							56	95	67	103		103

Die Rohproteinerträge zeigen gleiche Tendenzen wie die Trm.-Erträge; die einzelnen Werte sind in Anhangstabelle 14,5 aufgeführt. Hier seien nur als Beispiel die relativen Rohproteinerträge der einzelnen Aufwüchse von "Blatt-" und "Halmstadium" bei hoher N-Düngung (20 N = 100) in beiden Jahren angeführt:

	I	II	III
1971 Halmstadium	189-162	100	71
Blattstadium	175-161-137-266	117- 75	88
1972 Halmstadium	202- 73-118	100- 86	118
Blattstadium	179-200-147-200	69-133-100	138

Die beiden Jahre weisen ähnliche Tendenzen auf. Die Nutzung im Blattstadium brachte wie bei den Trockenmasseerträgen eine bessere N-Ausnutzung als die Nutzung im Halmstadium.

4.3 Aufwuchserträge von Dactylis glomerata

Die Aufwuchserträge bei Nutzung im Blühstadium, die als Maßstab für Ertragsfähigkeit gelten können, zeigen für Dactylis fast eine Verdoppelung des Jahresertrages von 1971 nach 1972 an. Sie betragen im Durchschnitt der N-Stufen in den beiden Jahren (dz/ha Trm):

	1.	2.	3.	Jahres- ertrag
1971	31,4	26,6	6,1	64,1
1972	68,1	31,7	23,3	123,1

Beim 1. Aufwuchs, der 1971 noch nicht unter der Trockenheit zu leiden hatte war 1972 der Mehrertrag relativ noch größer als beim Jahresertrag.

Für die Stoppel- und Wurzelmenge errechnet sich im Mittel der N-Stufen folgender Jahresdurchschnitt:

	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	dz/ha	%	dz/ha	%
Stoppel	17,3	54	15,2	37
Wurzel	14,7	46	26,3	63
Gesamt	32,0	100	41,5	100

Bei wenig geänderter Stoppelmenge nahm die Wurzelmenge im Jahr 1972 sehr stark zu; das Verhältnis von Stoppel- und Wurzelmenge kehrte sich dadurch um.

Aus allem geht hervor, daß Dactylis die volle Entwicklung erst im 2. Nutzungsjahr erreichte. Hinzu kommt noch, daß für den 1. Abschnitt der Vegetationsperiode 1971 Nachwirkungen von Auswinterungsschäden nicht auszuschließen sind. Klares Hervortreten von Nutzungswirkung kann daher erst im Jahre 1972 erwartet werden. Die folgenden Ausführungen beschränken sich deshalb auf dieses Jahr.

4.3.1 Jahreserträge 1972 (Trockenmasse und Rohprotein)

Abbildung 5 stellt die Jahreserträge von *Dactylis* graphisch dar; aus der Darstellung geht hervor:

- a) Die Jahreserträge an Trm. zeigen bei niedriger N-Düngung nur geringe Unterschiede zwischen den Nutzungsvarianten; immerhin zeichnet sich die Tendenz abnehmenden Ertrages mit steigender Nutzungshäufigkeit ab. Bei hoher N-Düngung macht sich die ertragsmindernde Wirkung der häufigen Nutzung viel stärker bemerkbar. Die Relativerträge, bezogen auf "Blühstadium" lauten:

	20 N	60 N
Blühstadium	100	100
Halmstadium	91	69
Blattstadium	86	57

Entsprechend stark nimmt auch die relative N-Wirkung (20 N = 100) ab:

Blühstadium	Halmstadium	Blattstadium
180	137	119

- b) Die höchsten Jahreserträge an Rohprotein brachte *Dactylis* ebenfalls bei Nutzung im Blattstadium. Im Unterschied zu den beiden anderen Arten war die Steigerung des RP-Ertrages durch häufige Nutzung bei geringer N-Düngung viel stärker als bei hoher N-Düngung. Die Relativerträge bezogen auf "Blühstadium" lauten:

	20 N	60 N
Blühstadium	100	100
Halmstadium	150	109
Blattstadium	187	148

Auffallend ist der relativ geringe RP-Ertrag bei der Variante "Halmstadium - 60 N"; trotz größerer Nutzungshäufigkeit und entsprechend höherer N-Düngung brachte sie etwa gleichen RP-Jahresertrag wie "Blühstadium - 60 N".

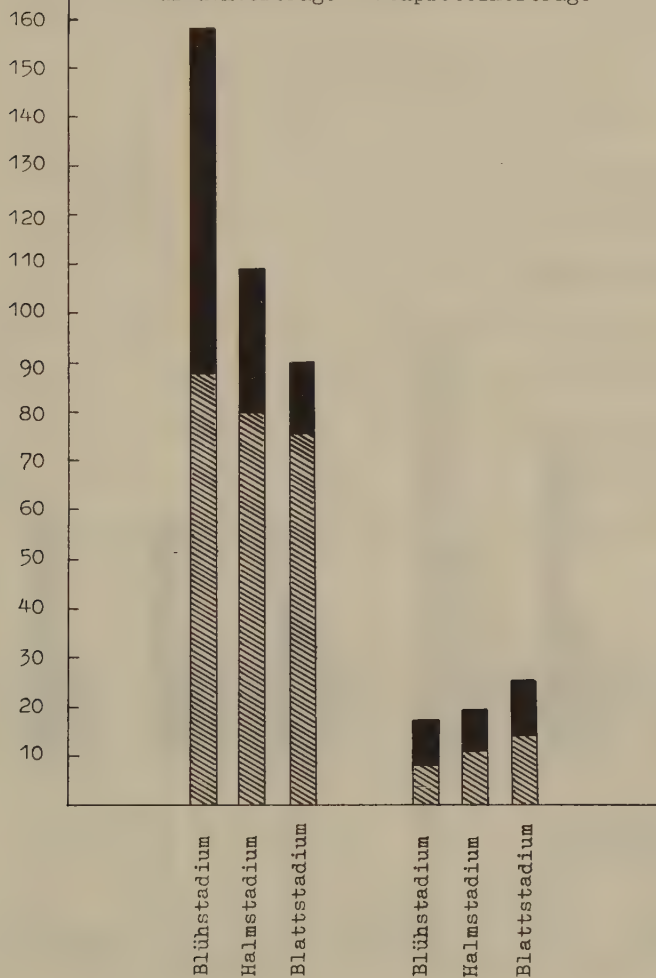
Jahreserträge (Trockenmasse und Rohprotein dz/ha)

Dactylis glomerata

dz/ha

Aufwuchserträge

Rohproteinerträge



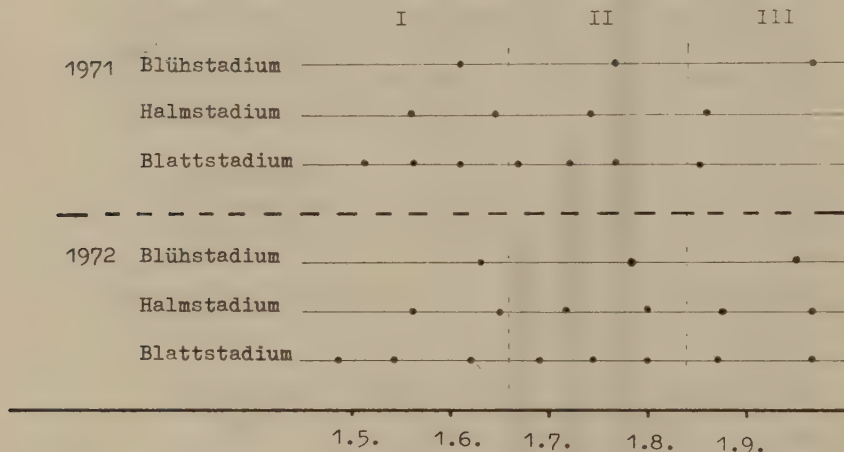
"20 N"



Mehrertrag bei "60 N"

4.3.2 Ertrag der einzelnen Aufwüchse im Laufe der Vegetationsperiode

Die folgende Darstellung zeigt die Schnittermine von *Pactalis* im Jahre 1971/72, die Schnittdaten sind außerdem in Anhangstabelle 1 angegeben:



Die drei Vegetationsabschnitte ordnen sich im Jahre 1972 zeitlich einander annähernd folgendermaßen zu:

	I	II	III
Blühstadium	- - 1	- - 2	- 3
Halmstadium	- 1 2	- 3 4	5 6
Blattstadium	1 2 3	4 5 6	7 8

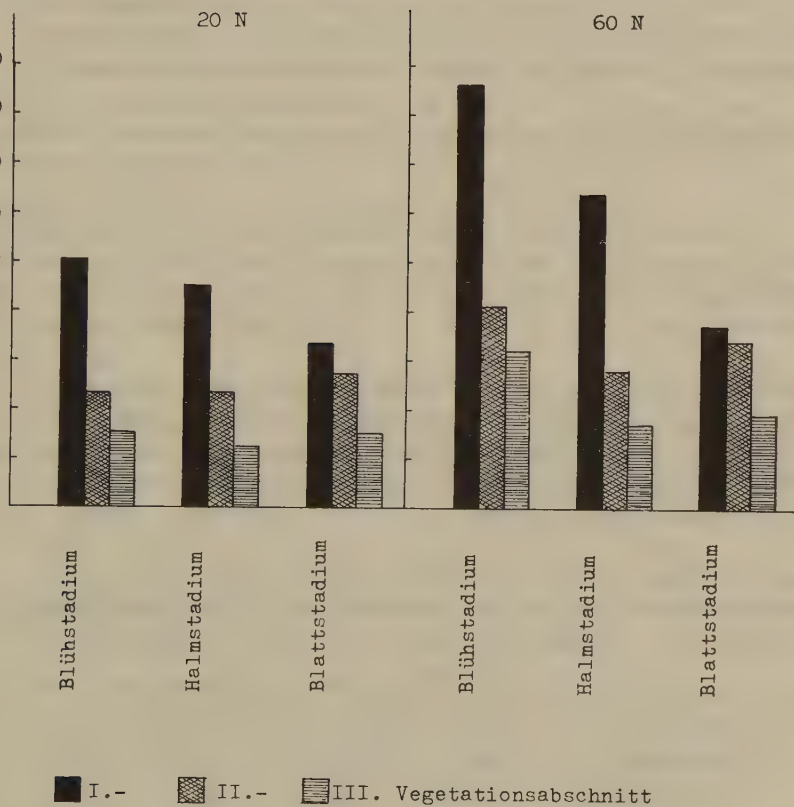
In Abbildung 6 sind die Erträge der Düngungs- und Nutzungsvarianten nach vergleichbaren Abschnitten gegliedert gegenübergestellt:

Erträge (dz/ha)

gegliedert nach Vegetationsabschnitten

Dactylis glomerata

dz/ha



Bei beiden Düngungsstufen tritt bei "Blüh-" und "Halmstadium" die gleiche Tendenz der Ertragsverteilung in Erscheinung. Hohem Ertrag im I. Vegetationsabschnitt folgt starkes Absinken des Ertrages im II. Abschnitt und weiteres, etwas weniger starkes im III. Vegetationsabschnitt. Bei Nutzung im Blattstadium war der Ertrag im I. Vegetationsabschnitt bedeutend geringer als bei den anderen Nutzungsvarianten, im II. Abschnitt sinkt er aber nur wenig und erst im III. Abschnitt stärker ab. Bei Nutzung im Halmstadium zeichnet sich im Vergleich zu den anderen Nutzungsvarianten eine leichte Ertragsdepression im II. und III. Vegetationsabschnitt ab.

Die Wirkung der Nutzungshäufigkeit auf den Jahresertrag resultiert ganz überwiegend aus den Erträgen des I. Vegetationsabschnittes, und zwar vor allem bei Nutzung im Blattstadium.

Als Relativerträge, bezogen auf "Blühstadium" errechnen sich:

	<u>20 N</u>			Jahres- ertrag	<u>60 N</u>			Jahres- ertrag
	I	II	III		I	II	III	
Blühstadium	100	100	100	100	100	100	100	100
Halmstadium	89	100	83	91	75	69	53	69
Blattstadium	66	121	103	87	43	84	59	57

Auffallend ist aber, daß bei hoher N-Düngung eine eindeutige Ertragsüberlegenheit von "Blühstadium" auch im II. und III. Vegetationsabschnitt gegenüber den anderen Nutzungsvarianten besteht und die Ertragsunterschiede zwischen "Halm-" und "Blattstadium" geringer sind.

Die Erhöhung der N-Düngung führt in jedem Fall zu einer Ertragssteigerung, die allerdings ebenfalls bei häufiger Nutzung geringer war. Die Relativerträge (20 N = 100) betragen:

	I	II	III	Jahres- ertrag
Blühstadium	170	179	217	180
Halmstadium	143	123	138	137
Blattstadium	112	124	124	119

Die relative Ertragssteigerung durch hohe N-Düngung war bei "Blühstadium" in allen Vegetationsabschnitten sehr hoch und nahm im II. und besonders im III. Abschnitt zu. Bei Nutzung im Halmstadium nahm dagegen die relative N-Wirkung eher ab, bei Nutzung im Blattstadium änderte sie sich insgesamt wenig.

Tabelle 4 stellt die einzelnen Aufwuchserträge von "Halm-" und "Blattstadium" gegenüber.

Bei beiden Nutzungsvarianten besteht die Tendenz allmählicher Abnahme der Ertragshöhe mit fortschreitender Vegetationszeit, wobei allerdings die Unterschiede zwischen den Aufwuchserträgen bei Nutzung im Blattstadium bedeutend geringer sind.

Der höhere Jahresertrag der Variante "Halmstadium" ergibt sich ganz überwiegend aus dem höheren Ertrag der 1. Nutzung, die relative N-Wirkung war jedoch bei dieser Variante durchweg höher als bei "Blattstadium".

Eine negative Auswirkung der häufigen "Nutzung und der hohen N-Düngung trat bei "Halmstadium" nicht und bei "Blattstadium" nur vorübergehend (3. Nutzung) durch Absinken der relativen Wirkung höherer N-Düngung ein.

Die Rohproteinерträge der einzelnen Aufwüchse ändern sich mit ähnlichen Tendenzen wie die Trockenmasseerträge. Die einzelnen Werte sind in Anhangstabelle^{14,15} angegeben. Die Relativerträge (20 N = 100) für die einzelnen Aufwüchse der Varianten "Halm-" und "Blattstadium" lauten:

	I	II	III
Halmstadium	211-107	138-142	208-175
Blattstadium	212-175-123	173-193-158	137-238

Die N-Wirkung ist bei den Rohproteinерträgen viel stärker als bei den Trockenmasseerträgen und im ganzen viel stärker als bei den anderen Arten. Eine negative N-Wirkung zeigt sich hier nicht.

Tabelle 4

Aufwuchserträge von *Dactylis glomerata* bei Nutzung im Halm- und Blattstadium 1 9 7 2

Schnitttermine bei: Blattstadium	I			II		III	
	25.4.	18.5.	15.6.	27.6.	5.7.	31.7.	22.8.
Halmstadium 20 N		29,4	15,6		7,7	15,0	7,3
60 N		47,9	16,6		10,3	17,6	9,9
relative N-Wirkung (20 N = 100)		163	106		134	117	136
Blattstadium 20 N	11,9	10,5	11,0	9,6	8,4	9,3	7,8
60 N	16,5	13,1	7,8	11,0	11,8	11,1	7,7
relative N-Wirkung (20 N = 100)	139	125	71	115	140	119	100
							150

4.4 Zusammenfassender Vergleich der Aufwuchs- und Rohproteinерträge der Arten

Die beiden Versuchsjahre unterschieden sich stark durch die Witterung: Im 1. Jahr (1971) waren die Witterungsbedingungen durch anhaltende Trockenheit vom Juli an ungünstig, im 2. Jahr bestanden dagegen durchweg günstige Wachstumsvoraussetzungen (Seite 18). Wirkungsrichtungen der Nutzung und N-Düngung traten im 2. Jahr allgemein deutlicher auf. Wie weit dabei auch die Nachwirkung der Vorjahresnutzung eine Rolle spielt, muß offen bleiben.

Folgende Tendenzen der Nutzung- und Düngungswirkung treten vor allem im 2. Jahr hervor:

- a) Im Vergleich zur Nutzung im Blühstadium führt die häufige Nutzung im Halm- und Blattstadium bei allen Arten zum Absinken des Trockenmasseertrages. Diese Ertragsabnahme trat bei hoher N-Düngung relativ stärker als bei geringer N-Düngung ein.

Die Rohproteinерträge stiegen bei häufiger Nutzung an, wobei zu berücksichtigen ist, daß mit der Nutzungshäufigkeit auch die Höhe der N-Düngung zunahm.

- b) Nutzung im Halmstadium mit hoher N-Düngung war bei *Lolium perenne* und *Phleum pratense* mit einer Ertragsdepression nach dem I. Vegetationsabschnitt verbunden. Bei *Lolium* dauerte sie bis Ende des II. Vegetationsabschnittes (3 -5 Nutzungen) und bei *Phleum* bis zum Ende der Vegetationsperiode an. Diese Depression zeichnete sich sowohl bei den Trm.- wie bei den RP-Erträgen ab.
- c) Nutzung im Blattstadium bewirkte bei *Phleum prat.* ebenfalls ein Absinken der Ertragshöhe und der Ertragssteigerung durch hohe N-Düngung im II. Vegetationsabschnitt. Doch bleiben die Erträge absolut höher als die der Variante "Halmstadium".

Auch bei *Dactylis glom.* trat vorübergehend (3. Nutzung) ein Ertragsrückgang ein. Im Vergleich zu den beiden anderen Arten waren aber die Erträge hoch und die Ertragsverteilung gleichmäßiger. *Lolium per.* reagierte bei Nutzung im Blattstadium auffallend positiv auf hohe N-Düngung.

Die RP.-Erträge stiegen durch Nutzung im Blattstadium bei allen Arten gegenüber Nutzung im Blattstadium stark an.

- d) Häufige Nutzung verursachte bei *Phleum* Pflanzenverluste und entsprechende Lückigkeit. Diese Wirkung wurde durch Nutzung im Halmstadium und durch hohe N-Düngung verstärkt. Die größte Lückigkeit wies dementsprechend die Variante "Halmstadium - 60 N" auf. Bei *Lolium per.* litt die Narbendichte durch Nutzung im Halmstadium, und zwar wiederum bei hoher N-Düngung stärker, insgesamt aber bei weitem weniger als bei *Phleum*. *Dactylis glom.* wurde durch häufige Nutzung nicht sichtbar geschädigt.

5. Stoppel- und Wurzelmenge

Eine grundsätzliche Schwierigkeit bei der Bestimmung der Stoppel- und Wurzelmenge ergibt sich dadurch, daß die an sich erforderliche Trennung von lebenden und abgestorbenen Teilen nicht oder nur ungenau vorgenommen werden kann. Bei der Stoppel ist sie wenigstens annähernd möglich: Bei der Verarbeitung der Proben wurden die Stoppelteile, die eindeutig abgestorben waren, entfernt. Im gewissen, jedoch nicht gravierenden Umfang können dabei tatsächlich schon abgestorbene Triebe noch als lebend angesprochen worden sein. Eine Trennung von lebenden und toten Wurzeln ist jedoch praktisch nicht möglich (siehe Literaturübersicht). Die ermittelten Werte für die Wurzelmenge sind dadurch mit einem unvermeidlichen Fehler behaftet, von dem aber vorausgesetzt werden kann, daß er alle Varianten gleichmäßig betrifft. Wenn also auch die absoluten Werte unsicher sind, werden doch die Relationen zwischen den Varianten, auf die es hier hauptsächlich ankommt, durch diesen Fehler nicht wesentlich verschoben.

5.1 Auswirkung der Nutzungs- und Düngungsdifferenzierung bezogen auf Nutzung im Blühstadium

In Übereinstimmung mit anderen Untersuchungen (KMOCH et al) wurde gefunden, daß die Stoppel- und Wurzelmenge bedeutenden jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Aus der technisch begründeten Kopplung der Probenahme für die Stoppel- und Wurzeluntersuchung mit der Nutzung ergibt sich aber verschiedene Häufigkeit der Stoppel- und Wurzeluntersuchung. Für den Vergleich der verschiedenen Nutzungsvarianten können wegen der genannten Schwankungen nur Untersuchungen mit gleichen oder nah beieinander liegenden Terminen herangezogen werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Werte der Untersuchungen, die sich den Nutzungsterminen von Blühstadium zuordnen. Die entsprechenden Daten sind in der folgenden Übersicht angeführt:

		1971		1972		
		I	II	I	II	III
Lolium per.	Blühstadium	3.6.	12.7.	13.6.	27.7.	18.9.
	Halmstadium	8.6.	6.7.	14.6.	20.7.	19.9.
	Blattstadium	8.6.	16.7.	14.6.	20.7.	18.9.
Phleum prat.	Blühstadium	18.6.	28.7.	27.6.	9.8.	14.9.
	Halmstadium	28.6.	23.7.	4.7.	26.7.	21.9.
	Blattstadium	29.6.	4.8.	27.6.	2.8.	21.9.
Dactylis grom.	Blühstadium	3.6.	20.7.	9.6.	24.7.	15.9.
	Halmstadium	14.6.	13.7.	15.6.	31.7.	20.9.
	Blattstadium	3.6.	21.7.	6.6.	1.8.	20.9.

Die zu diesen Terminen ermittelten Stoppel- und Wurzelmengen sind in Tabelle 5 und 6 wiedergegeben.

Tabelle 6

Stoppel- und Wurzelmenge bei vergleichbaren Terminen

		20 N			<u>1 9 7 2</u>		60 N		
		I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
<u>Lolium per.</u>									
Blühstadium	St.	12.5	13.2	10.0	11.9	11.0	12.2	13.7	12.3
	Wz.	19.6	13.2	16.4	16.4	19.0	12.1	19.7	16.9
					<u>28.3</u>				<u>29.2</u>
Halmstadium	St.	10.8	10.3	7.4	9.5	7.3	6.4	6.7	6.8
	Wz.	20.7	13.0	12.5	15.4	14.0	10.0	7.6	10.5
					<u>24.9</u>				<u>17.3</u>
Blattstadium	St.	8.2	9.0	5.5	7.6	7.6	7.1	9.3	8.0
	Wz.	14.1	15.0	8.0	12.4	11.1	11.4	11.9	11.5
					<u>20.0</u>				<u>19.5</u>
<u>Phleum prat.</u>									
Blühstadium	St.	35.8	25.5	18.7	27.6	27.5	18.6	15.1	20.4
	Wz.	27.4	13.5	22.2	21.0	25.2	14.1	24.1	21.1
					<u>47.7</u>				<u>41.5</u>
Halmstadium	St.	6.0	7.5	6.7	6.7	3.3	4.7	6.8	4.9
	Wz.	14.5	21.8	15.3	17.2	6.4	10.7	10.9	9.3
					<u>23.9</u>				<u>14.2</u>
Blattstadium	St.	8.1	6.3	8.1	7.5	5.6	4.9	5.0	5.2
	Wz.	8.4	13.3	17.9	13.2	4.8	9.3	7.9	7.3
					<u>20.7</u>				<u>12.5</u>
<u>Dactylis glom.</u>									
Blühstadium	St.	20.3	16.3	14.0	16.9	17.2	11.9	12.1	13.7
	Wz.	23.9	24.1	33.3	27.1	25.8	22.5	28.0	25.4
					<u>44.0</u>				<u>39.1</u>
Halmstadium	St.	13.1	13.7	10.8	12.5	9.3	7.8	7.7	8.3
	Wz.	23.9	27.8	25.8	25.8	25.3	26.5	19.3	23.7
					<u>38.3</u>				<u>32.0</u>
Blattstadium	St.	9.5	9.7	8.8	9.3	4.7	7.2	7.3	6.4
	Wz.	19.6	24.2	21.3	21.7	14.1	17.6	20.7	17.5
					<u>31.0</u>				<u>23.9</u>

5.1.1 Bei Lolium per. hebt sich als allgemeine Tendenz zunächst ab, daß die häufige Nutzung im Halm- und Blattstadium zur Verringerung der Stoppel- und Wurzelmenge führt. Diese Wirkungsrichtung verstärkte sich im 2. Nutzungsjahr. Erhöhung der N-Düngung wirkte sich bei Nutzung im Blüh- und Blattstadium nicht stark aus, während sie bei Nutzung im Halmstadium in beiden Jahren zu einer deutlichen Verringerung der Stoppel- und Wurzelmenge führte. Im Durchschnitt der Untersuchungen des Jahres 1972 errechnen sich, bezogen auf "Blühstadium", folgende Relationen der Stoppel- und Wurzelmenge:

	20 N		60 N	
	Stoppel	Wurzel	Stoppel	Wurzel
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	80	94	55	62
Blattstadium	64	76	65	86

Vor allem im 2. Nutzungsjahr, in dem deutliche Auswirkung der Nutzungsdifferenzierung vorausgesetzt werden kann, nahm also durch die häufigere Nutzung die Stoppelmenge relativ stärker als die Wurzelmenge ab. Das starke Absinken der Stoppel- und Wurzelmenge bei Nutzung im Halmstadium in Verbindung mit hoher N-Düngung tritt auch in diesen Relativerträgen deutlich hervor.

5.1.2 Phleum prat. reagierte auf die häufige Nutzung im Halm- und Blattstadium generell mit einer noch stärkeren Abnahme der Stoppel- und Wurzelmenge. Diese Wirkungsrichtung verschärfte sich im 2. Jahr. Hohe N-Düngung wirkte sich bei Nutzung im Blühstadium nicht sehr stark auf die Stoppel- und Wurzelmenge aus, bei Nutzung im Halm- und Blattstadium führte sie dagegen besonders im 2. Nutzungsjahr zu einer starken Abnahme. Im Durchschnitt der Untersuchungen des Jahres 1972 errechnen sich, bezogen auf "Blühstadium", folgende Relationen der Stoppel- und Wurzelmenge:

	20 N		60 N	
	Stoppel	Wurzel	Stoppel	Wurzel
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	25	82	24	44
Blattstadium	28	63	25	35

Es hebt sich in diesen Werten sehr augenfällig ab, daß hohe N-Düngung die Nutzungswirkung verstärkt. Bei geringer N-Düngung nimmt die Stoppelmenge durch die häufige Nutzung viel stärker als die Wurzelmenge auf sehr geringe Werte ab; hohe N-Düngung führt dann erst zu ähnlich starker Abnahme der Wurzelmenge. Eine besonders negative Wirkung der Kombination von Nutzung im Halmstadium und hoher N-Düngung, wie sie sich bei den Aufwuchserträgen und der Bestandesdichte äußerte, zeigen in dieser Relation die Werte der Stoppel- und Wurzelmenge nicht an.

Grund dafür ist ein nicht vermeidbarer methodischer Fehler bei der Probenahme. Um in den sehr lückigen Beständen der Variante "Halmstadium" überhaupt genügend Stoppel- und Wurzelsubstanz ohne untragbare Vermehrung der Stichproben zu gewinnen, mußten bei der Probenahme Stellen mit besserem Bewuchs bevorzugt werden. Dadurch sind die Werte dieser Variante so überhöht, daß der ansich bestehende, absolut nicht sehr große Unterschied gegenüber "Blattstadium" verwischt wird.

5.1.3 Bei Dactylis glom. differenziert sich die Nutzungswirkung stärker als bei den beiden anderen Arten. Die Stoppelmenge sinkt sowohl durch Nutzung im Blattstadium wie durch Nutzung im Halmstadium ab, allerdings bei Blattstadium etwas stärker. Die Wurzelmenge war dagegen bei Nutzung im Blattstadium in jedem Fall geringer während sie bei Halmstadium nur bei der Herbstuntersuchung hinter der von "Blühstadium" zurückblieb.

Hohe N-Düngung ließ diese Wirkungsrichtung der Nutzungsdifferenzierung verstärkt hervortreten. Im Durchschnitt der Untersuchungen des Jahrs 1972 errechnen sich, bezogen auf "Blühstadium" folgende Relationen der Stoppel- und Wurzelmenge:

	20 N		60 N	
	Stoppel	Wurzel	Stoppel	Wurzel
Blühstadium	100	100	100	100
Halmstadium	74	95	60	93
Blattstadium	55	80	45	69

Auffallend ist besonders das starke Absinken der Wurzelmenge bei der Variante "Blattstadium, 60 N".

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß bei Nutzung im Blühstadium durchweg die Stoppel- und Wurzelmenge am größten war. Bei den Varianten Halm- und Blattstadium nähern sich bei allen Arten in dieser Hinsicht einander an, doch war bei Nutzung im Halmstadium besonders mit hoher N-Düngung die Stoppel- und Wurzelmenge von *Lolium per.* und *Phleum prat.* deutlich geringer als bei Nutzung im Blattstadium. Ferner zeichnet sich ab, daß eine Depression durch Nutzung und / oder Düngung sich erst bei der Stoppel- und dann bei der Wurzelmenge bemerkbar macht. Hohe N-Düngung verschärft die Nutzungswirkungen.

5.2 Schwankungen der Stoppel- und Wurzelmenge bei häufiger Nutzung ("Halm-" und "Blattstadium")

Wie schon erwähnt, wurden die Stoppel- und Wurzeluntersuchungen aus methodischen Gründen mit der Nutzung gekoppelt. Infolgedessen wurden sie bei den Varianten "Blatt-" und "Halmstadium" in kürzeren Abständen als bei der Variante "Blühstadium" durchgeführt. Änderungen während der Vegetationszeit sind deshalb bei diesen Varianten besser festgehalten worden. Wegen der stärkeren Beanspruchung durch die häufigere Nutzung treten Artenunterschiede der Reaktion auf die Nutzung deutlicher hervor. Es soll deshalb auf diese beiden Varianten noch näher eingegangen werden.

Die Stoppelmenge änderte sich im Laufe der Vegetationszeit relativ wenig (Anhangstabelle 4,5). Das ist erklärlich, weil stets eine bestimmte Schnitthöhe eingehalten wurde. Auf nähere Besprechung der Änderungen der Stoppelmenge soll deshalb der Einfachheit halber verzichtet werden. Die Darstellung der Wurzelmenge kann sich außerdem auf das Jahr 1972 beschränken, weil einerseits in diesem Jahr die Untersuchungstermine wegen der günstigen Wachstumsbedingungen häufiger und gleichmäßiger verteilt sind, und weil andererseits, wie gezeigt, Nutzungs- und Düngungswirkungen in diesem 2. Versuchsjahr eindeutiger in Erscheinung traten.

In Abb. 7 ist für die drei untersuchten Gräser Veränderung der Wurzelmenge im Laufe der Vegetationszeit bei Nutzung im Blattstadium graphisch dargestellt:

Der Überblick zeigt, daß der Kurvenverlauf bei den Obergräsern *Dactylis glom.* und *Phleum prat.* sich in der Tendenz ähnelt: Im Frühjahr nimmt die Wurzelmenge ab, im Juli erfolgt ein Anstieg, dem ein erneutes Absinken folgt. Bei den letzten Untersuchungen im Herbst werden dann wieder relativ hohe Werte erreicht. Bei dem Untergras *Lolium per.* änderte sich die Wurzelmenge im Frühjahr und Sommer weniger, im Spätsommer steigt sie aber an, um bei der letzten Nutzung auffallend stark abzunehmen. Ob diesem

Rückgang wieder ein Anstieg folgt, muß zwar offen bleiben, ist aber nicht unwahrscheinlich, weil *Lolium* von Hause aus eine Art mit langer Vegetationszeit ist. Wenn man diese Zunahme unterstellt, ergibt sich für *Lolium per.* ein ähnlicher, wenn auch zeitlich verschobener Kurvenverlauf wie bei den anderen Arten.

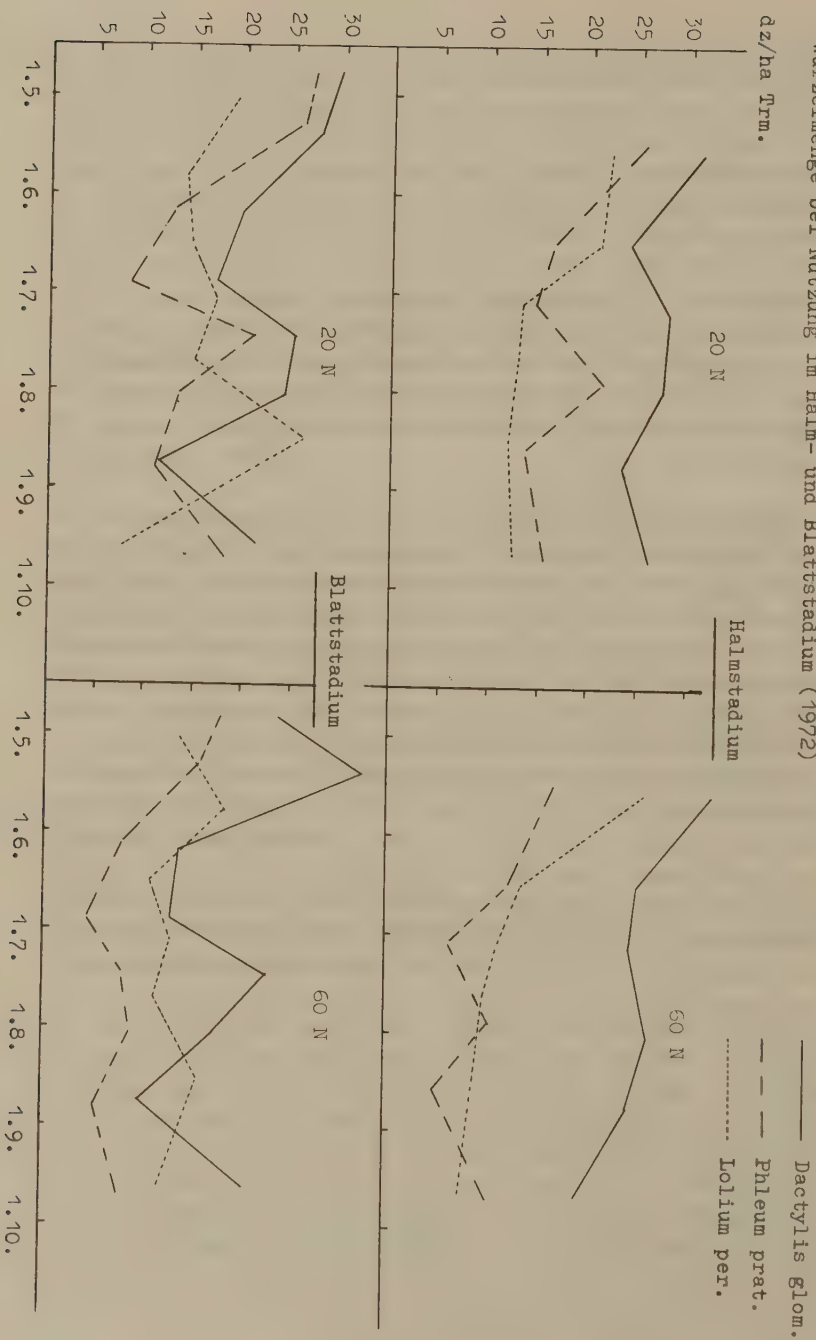
Absolut war die Wurzelmenge durchweg bei *Dactylis glom.* am größten und bei *Lolium per.* größer als bei *Phleum prat.* Bei geringer N-Düngung war diese Abstufung allerdings weniger deutlich als bei hoher N-Düngung, die vor allem die Wurzelmenge von *Phleum prat.* gegenüber den beiden anderen Arten absinken ließ.

Bei Nutzung im Halmstadium (Abb. 7) deuten sich im Jahresverlauf abgeschwächt ähnliche Tendenzen wie bei "Blattstadium" an. Ein auffälliger Unterschied besteht aber darin, daß bei dieser Nutzungsvariante die Wurzelmenge von *Dactylis* bedeutend größer als bei den beiden anderen Arten ist. Die Wurzelmen gen von *Lolium per.* und *Phleum prat.* nähern sich einander an; bei geringer N-Düngung weist jedoch *Phleum* und bei hoher N-Düngung *Lolium* größere Wurzelmenge auf. Im ganzen ergeben sich ähnliche Wirkungsrichtungen der Nutzung und N-Düngung bei Aufwuchserträgen und Wurzelmen gen. *Dactylis glom.* verträgt häufige Nutzung, vor allem wenn sie sich mit hoher N-Düngung verbindet, besser als die anderen Arten. *Lolium per.* reagiert auf Nutzung im Blattstadium mit hoher N-Düngung positiv. Die Kombination von Nutzung im Halmstadium mit hoher N-Düngung wirkt auf *Lolium per.* und mehr noch auf *Phleum prat.* besonders ungünstig.

Abb. 7

Wurzelmenge bei Nutzung im Halm- und Blattstadium (1972)

dz/ha Trm.



6. Entwicklung der Narbendichte

Die Narbendichte kann bei ausdauernden Gräsern in gewissem Umfang als Maßstab für die Nutzungsverträglichkeit dienen. Eingeschränkt wird die Verwendbarkeit dieses Maßstabes grundsätzlich dadurch, daß die Narbendichte keine feste Größe darstellt: Verschiedene Gräserarten bilden von Natur aus verschieden dichte Narben. *Lolium per.* z.B. bedeckt als Untergras mit starker Bestockung den Boden viel "lückenloser" als ein relativ schwach bestocktes Obergras wie *Phleum pratense*. Bei der gleichen Art hängt außerdem die Narbendichte von der Bewirtschaftung und ihrem Einfluß auf die Entwicklung der Einzelpflanze ab. Häufige Nutzung begünstigt z.B. im Prinzip durch die Bestockungsanregung die Ausbildung dichter Narben, während hohe N-Düngung durch die stärkere Entwicklung der Einzelpflanze die Tendenz zu Narbenauflockerung mit sich bringt.

Eine feste Maßzahl für die natürliche "Lückigkeit" gibt es aber nicht. Hinzu kommt, daß die Narbendichte der Reinbestände jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Es kann deshalb nur eindeutig starke und nachhaltige Lückigkeit als Schädigung durch Pflanzenverluste angesehen werden.

Methodisch ist die Ermittlung der Narbendichte ebenfalls problematisch. Exakte Messung der Lücken ist aus mehreren Gründen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll, praktisch nicht möglich. Am einfachsten und praktikabelsten ist die Schätzung bzw. Bonitierung des Lückenanteiles, die zwar nur grobe Unterschiede erfassen kann, aber hier dem Zweck genügt, weil ohnehin nur sehr deutlich ausgeprägte Unterschiede gewertet werden können.

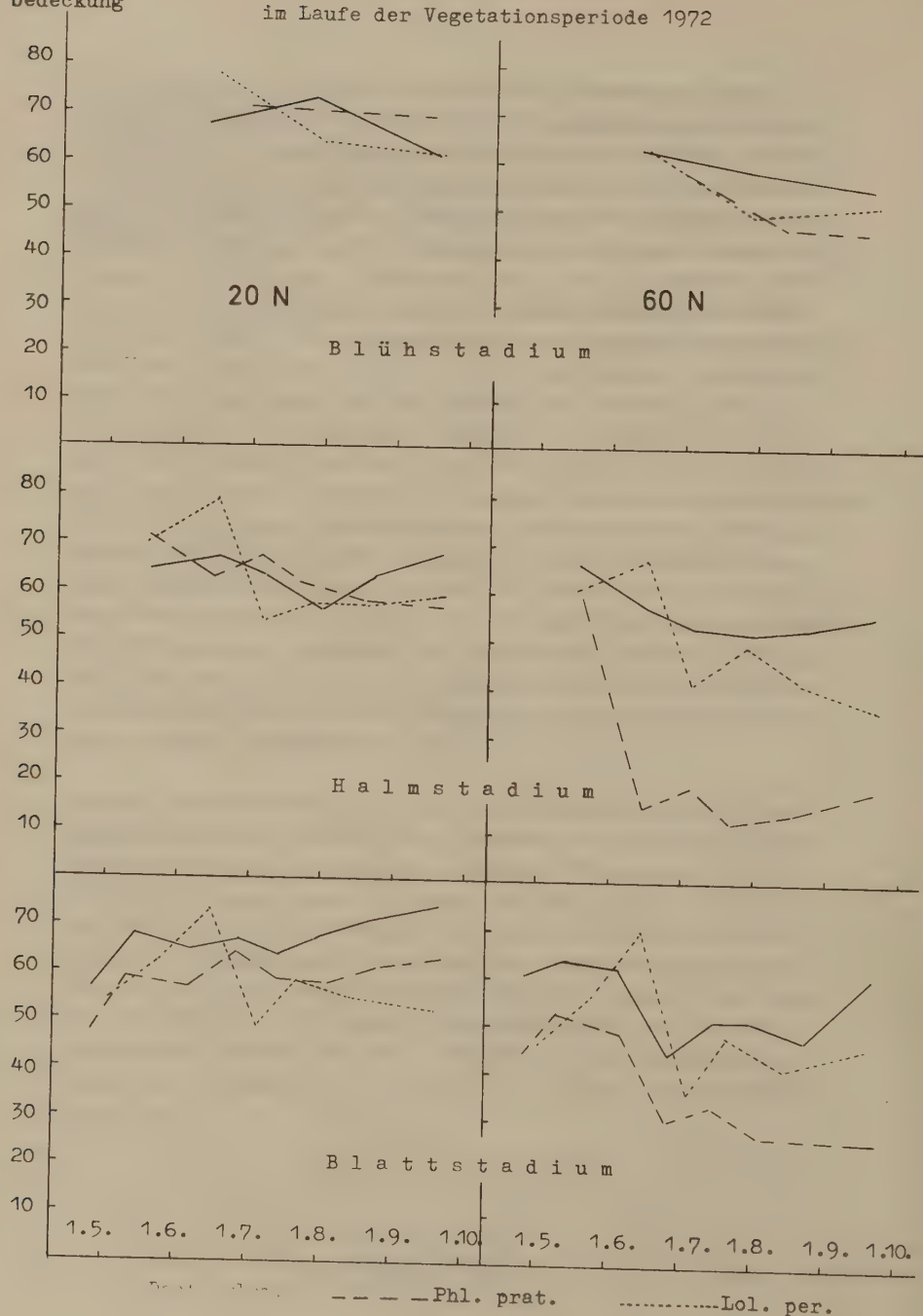
Die Werte, die der Abb. 8 zugrunde liegen, stellen das Ergebnis von Bonituren dar, die unmittelbar nach jedem Schnitt gemacht wurde. Die Bonitierung gibt den Prozentsatz der Bodenbedeckung durch die betreffende Art an; sie erfaßt jeweils die gesamte Ernteparzelle. Die angeführten Werte stellen den Durchschnitt der vier Wiederholungen dar.

Der Abbildung ist zu entnehmen, daß bei Nutzung im Blühstadium die Narbendichte der Arten sich nicht sehr stark unterscheidet. Hohe N-Düngung führt in jedem Fall zu leichter Auflockerung der Narbe, die eindeutig auf die stärkere Entwicklung der Individuen zurückzuführen ist. Bei keiner Art wanderte Unkraut in die Bestände dieser Nutzungsvariante ein.

Bei Nutzung im Halmstadium mit geringer N-Düngung waren die Artenunterschiede im ganzen ebenfalls nicht groß; doch zeichnet sich bei *Phleum prat.* und *Lolium per.* die Tendenz zunehmender Lückigkeit zum Herbst hin ab, während bei *Dactylis* nach einer vorübergehenden Abnahme der Narbendichte im Sommer die Frühjahrsdichte wieder erreicht wurde. Bei hoher N-Düngung ergaben sich bei Nutzung im Halmstadium dagegen krasse Artenunterschiede. *Dactylis* bildete mit geringfügigen jahreszeitlichen Änderungen während der ganzen Vegetationszeit eine dichte unkrautfreie Narbe, während bei *Phleum* nach der 1. Nutzung die Narbendichte extrem und nachhaltig abnahm. Die Lückigkeit war mit zunehmender Verunkrautung verbunden. Bei *Lolium per.* nahm die Lückigkeit nach der 2. Nutzung deutlich und anhaltend zu, aber doch in geringerem Umfang als bei *Phleum prat.*; gleichzeitig setzte eine schwache Verunkrautung ein.

Nutzung im Blattstadium mit geringer N-Düngung bewirkte bei *Dactylis glom.* und *Phleum prat.* Zunahme der Narbendichte; bei *Lolium per.* waren bei ziemlich starken Schwankungen im Laufe der Vegetationszeit die Frühjahrs- und Herbstwerte gleich. In Verbindung mit hoher N-Düngung traten bei *Dactylis glom.* und *Lolium per.* jahreszeitliche Schwankungen der Narbendichte stärker auf; eine nachhaltige Änderung der Narbendichte ergab sich aber nicht, und die Bestände blieben unkrautfrei. Bei *Phleum* nahm dagegen von der 3. Nutzung an die Lückigkeit stark und nachhaltig zu, verbunden mit fortschreitender Verunkrautung.

Alles in allem wurden die Bestände von *Dactylis glom.* in keinem Fall geschädigt. Bei *Lolium per.* verursachte Nutzung im Halmstadium mit hoher N-Düngung Lückigkeit mit Pflanzenverlusten, während die häufigere Nutzung im Blattstadium auch bei hoher N-Düngung eher positiv auf den Bestand wirkte. *Phleum prat.* wurde durch Nutzung im Halm- und Blattstadium stark geschädigt, wenn hohe N-Düngung hinzu kam. Die negative Wirkung auf die Bestandesdichte war dann aber bei Nutzung im Halmstadium noch stärker ausgeprägt.

% Boden-
bedeckungÄnderung der Narbendichte
im Laufe der Vegetationsperiode 1972

7. Gehalte des Aufwuchses an löslichen Kohlenhydraten (LKH),
Rohprotein (RP) und Rohfaser (RF)

In Tabelle 7 sind die durchschnittlichen Stoffgehalte der drei Arten in den beiden Jahren für die einzelnen Nutzungs- und Düngungsvarianten aufgeführt. Von Ausnahmen abgesehen unterscheiden sich die vergleichbaren Gehalte der Arten nicht sehr stark. Sehr deutlich und regelmäßig liegt jedoch der LKH-Gehalt von *Lolium per.* über dem der beiden anderen Arten. Außerdem fällt der besonders niedrige LKH-Gehalt von Phleum bei Nutzung im Halm- und Blühstadium auf. Hohe N-Düngung bewirkte erwartungsgemäß einen Anstieg des RP-Gehaltes. Ihm steht starkes Absinken des LKH-Gehaltes gegenüber, während der RF-Gehalt durch die hohe N-Düngung praktisch nicht beeinflußt wird.

Diese Durchschnittswerte fassen jedoch bedeutende Schwankungen des Stoffgehaltes im Laufe der Vegetationszeit zusammen. Solche jahreszeitlichen Schwankungen, die in Beziehung zur physiologischen Entwicklung stehen, sind auch in anderen Untersuchungen nachgewiesen worden (ALBERDA 1954/55; WEITE und BOYD 1953; BAKER und GARWOOD, 1961 u.a.m.). Ebenso unterliegt das Ausmaß der Einlagerung von LKH als Reservestoffe in Stoppel und Wurzeln jahreszeitlichen Schwankungen (ALBERDA, BLASER u.a.; WEINMANN u. RHEINHOLD, MACKENZIE u. WYLAM; u.a.), die allerdings in erheblichem Umfang durch Umweltfaktoren wie Wasser, Temperatur und Bewirtschaftung beeinflußt werden können. Da Gehalt und Menge der LKH in den Speicherorganen letztlich von der Assimilationsleistung des Aufwuchses abhängen, liegt die Annahme nahe, daß die Änderungen des Gehaltes in den Speicherorganen zu denen im Aufwuchs und damit zur physiologischen Entwicklung in Beziehung stehen. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden allerdings nicht die Gehaltsänderungen in einem Aufwuchs bei ungestörter Entwicklung, sondern die Gehaltsschwankungen in den Aufwüchsen im Laufe der Vegetationszeit bei Nutzung im gleichen physiologischen Alter erfaßt, und zwar wegen der Häufigkeit und Gleichmäßigkeit der Untersuchungstermine am ehesten bei der Nutzung im Blattstadium und eingeschränkt auch noch bei der Nutzung im Halmstadium.

Tabelle 7

Stoffgehalte (in % d. Trm.) des Aufwuchses im Durchschnitt aller Nutzungen

		1 9 7 1			1 9 7 2								
		20 N			20 N								
		Iol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Iol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.						
Blühstadium	LKH	25.3	17.0	23.6	18.6	12.8	18.1	28.5	18.3	22.0	19.8	12.8	16.6
	RP	11.4	10.8	9.6	14.4	12.6	11.6	11.0	11.7	9.7	14.5	13.5	11.4
	RF	33.8	37.8	28.7	23.7	34.8	28.7	27.2	30.0	32.6	30.9	31.7	33.0
Halmsstadium	LKH	24.9	16.8	17.0	20.4	13.5	14.4	24.3	15.5	18.4	15.2	11.7	16.1
	RP	12.3	13.6	12.3	14.8	15.8	15.0	16.7	17.3	15.2	24.2	24.0	18.4
	RF	25.6	29.9	26.7	24.8	29.8	28.0	24.0	25.8	27.5	23.4	25.4	26.0
Blattstadium	LKH	22.2	17.6	19.5	17.1	14.5	15.2	23.3	18.5	18.5	16.9	13.1	12.5
	RP	16.7	16.8	17.2	20.5	20.6	22.8	19.6	20.3	18.7	26.8	27.0	27.7
	RF	23.8	25.5	23.2	22.5	23.2	23.4	22.9	23.2	24.7	22.4	23.8	22.7

7.1 Stoffgehalte des Aufwuchses bei Nutzung im Blattstadium

In Abbildung 9 sind die LKH-Gehalte im Aufwuchs für die drei Arten bei Nutzung im Blattstadium mit geringer und hoher N-Düngung graphisch dargestellt. In beiden Jahren und Düngungsvarianten schwanken die LKH-Gehalte bei allen Arten im Laufe der Vegetationszeit bedeutend und zwar zwischen maximal 40 % und minimal 10 %, wobei durchweg hohe N-Düngung mit niedrigerem LKH-Gehalt verbunden war. Die Schwankungen lassen deutlich eine gemeinsame Tendenz erkennen: Einem Maximum bei der 1. Nutzung folgt starkes Absinken der Gehalte im Mai, dann erneuter Anstieg bis in die zweite Junihälfte, abermaliges Absinken bis Ende Juli - Anfang August und dann bis zum Herbst hin starke Zunahme. Abweichungen im Einzelnen erklären sich größtenteils aus zeitlichen Verschiebungen der Nutzungstermine. Im Jahre 1971 unterblieben bei *Dactylis glom.* und *Lolium per.* die Untersuchungen im Herbst, weil sich wegen der Trockenheit kein Aufwuchs bildete.

Die RF- und RP-Gehalte schwanken im Laufe der Vegetationszeit ebenfalls bei den einzelnen Arten mit ähnlicher Tendenz und Größenordnung, aber mehr oder weniger ausgeprägt entgegengesetzt den LKH-Gehalten (Anhangstabellen). Im einzelnen soll darauf nicht eingegangen werden. Ein besserer Überblick ergibt sich, wenn man die Gehaltswerte der drei Arten bei den zeitlich zusammenliegenden Nutzungsterminen, wie in Tabelle 8 im Durchschnitt zusammenfaßt.

Diese Zusammenfassung läßt sich in Anbetracht der deutlich übereinstimmenden Tendenz der jahreszeitlichen Schwankungen trotz der mehr oder weniger großen Abweichungen rechtfertigen.

In Abb. 10 ist die Änderung der LKH-, RF- und RP Gehalte im so gebildeten Mittel der drei Arten in den beiden Vegetationsperioden graphisch dargestellt. Im Überblick geht aus der Darstellung hervor, daß im ganzen der Verlauf der Gehaltsänderungen im Aufwuchs in beiden Jahren und Düngungsstufen auffallen übereinstimmt. Die LKH-Gehalte schwanken am stärksten, und zwar in einem bestimmten jahreszeitlichen Rhythmus: Höchstwerten im Frühjahr

% der Trm.

Abb. 9
IKH-Gehalt des Aufwuchses bei Nutzung im Blattstadium

— Dactylis glom.
- - - Phleum prat.
..... Lolium per.

20 N

60 N

1971

1972

1.5. 1.6. 1.7. 1.8. 1.9. 1.10. 1.5. 1.6. 1.7. 1.8. 1.9. 1.10. 1.11.

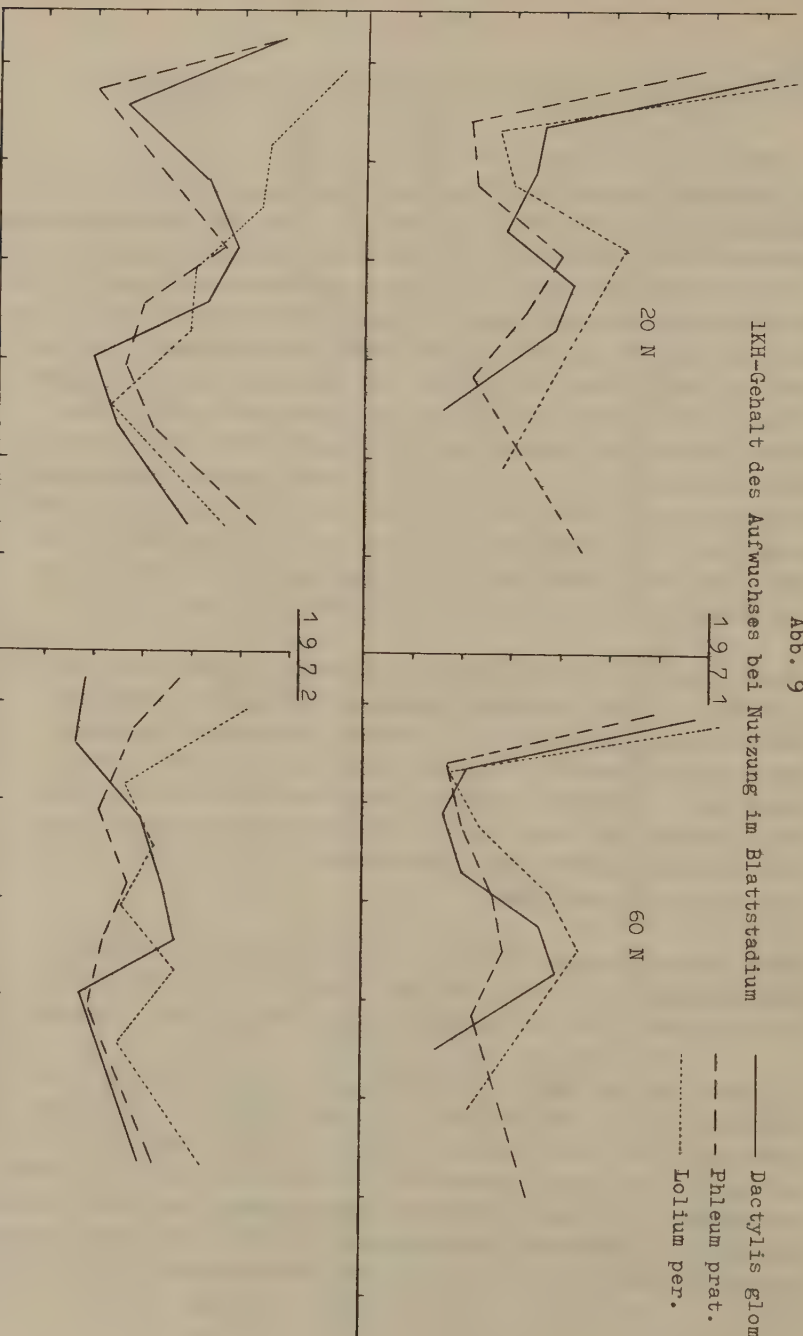


Tabelle 8

Zeitliche Verteilung der Nutzungen

1971	Lolium per.	1	2	3	4	5	-	6	-
	Phleum prat.	1	2	3	4	5	-	6	7
	Dactylis glom.	1	2	3+4	5	6	-	7	-
1972	Lolium per.	1	2	3	4	5	-	6	7
	Phleum prat.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Dactylis glom.	1	2	3	4	5	6	7	8

und Herbst und einem schwächer ausgeprägten Maximum Ende Juni / Anfang Juli steht starkes Absinken der Gehalte Mitte Mai und Anfang August gegenüber. Durch hohe N-Düngung werden die Gehaltswerte stets verringert, ohne daß sich diese Richtung der Gehaltsschwankungen ändert. Eine kleine, in beiden Jahren auftretende Abweichung bestand nur darin, daß bei hoher N-Düngung das Sommermaximum des LKH-Gehaltes sich um etwa 14 Tage verschob.

Die RF- und RP-Gehalte schwanken absolut weniger als die LKH-Gehalte. Es heben sich aber doch jahreszeitlich bedingte, im wesentlichen gleichgerichtete Änderungen ab, die denen der LKH-Gehalte entgegengesetzt sind. Die Tiefpunkte des LKH-Gehaltes im Mai und August fallen regelmäßig mit Maxima der RF- und RP-Gehalte zusammen. Hohe N-Düngung wirkte sich auffallenderweise auf den Rohfasergehalt wenig aus. Dem Absinken der LKH-Gehalte bei hoher N-Düngung entspricht aber einer bedeutenden Erhöhung des RP-Gehaltes. Aus allem ergibt sich eine gegensinnige Beziehung zwischen dem LKH-Gehalt einerseits und RF- und RP-Gehalt andererseits, wobei die Gehaltsschwankungen eindeutig von der Jahreszeit abhängig sind und Erhöhung der N-Düngung sich wesentlich nur auf LKH- und RP-Gehalte auswirkt.

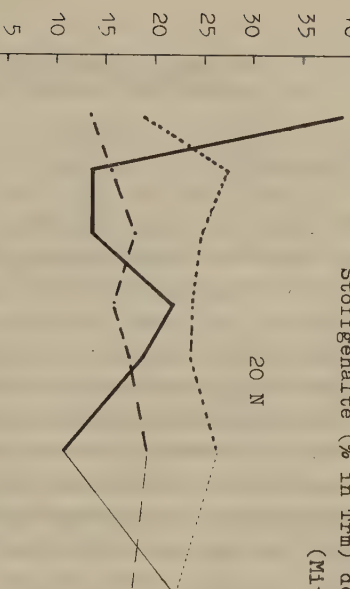
Aus den Ernteterminen der Varianten "Halm-" und "Blühstadium" läßt sich annähernd der Ablauf der physiologischen Entwicklung bei ungestörtem Wachstum ableiten: Die 1. Nutzung im Blattstadium kennzeichnet die Endphase der vegetativen Entwicklung im Frühjahr, die 1. Nutzung im Halmstadium starkes Einsetzen der generativen Entwicklung, die 1. Nutzung im Blühstadium das Abklingen der 1. generativen Entwicklung, die 2. Nutzung im Blühstadium, die 2. Phase starker generativer Entwicklung, während die 3. Nutzung im Blühstadium in die Zeit vegetativer Entwicklung im Herbst fällt. Die Nutzungstermine der Arten stimmen allerdings nicht genau überein. Sie nähern sich aber in den beiden Jahren folgenden Daten an:

% in Trm.

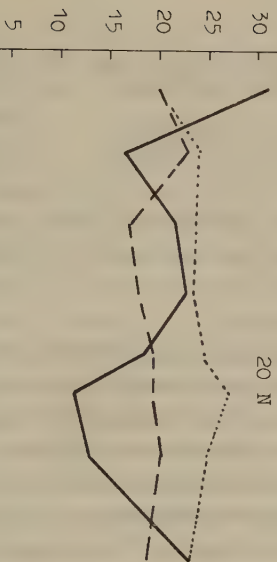
Abb. 10
Stoffgehalte (% in Trm) des Aufwuchses bei Nutzung im Blatustadium
(Mittel der drei Arten)

1 9 7 1

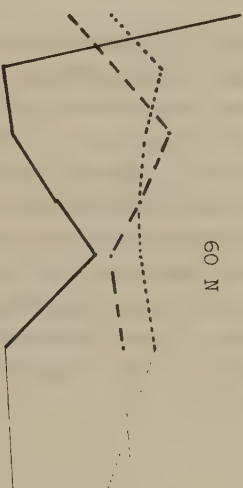
— 1 K H
- - - Rohprotein
..... Rohfaser



1 9 7 2



60 N



60 N



1.5. 1.6. 1.7. 1.8. 1.9. 1.10. 1.5. 1.6. 1.7. 1.8. 1.9. 1.10.

	1. Nutzung im Blattst.	1. Nutzung im Halmst.	1. Nutzung im Blühst.	2. Nutzung im Blühst.	3. Nutzung im Blühst.
1971	4.5.	19.5.	10.6.	27.7.	19.9.
1972	28.4.	17.5.	16.6.	1.8.	16.9.

Vergleicht man nun diese Termine mit den jahreszeitlichen Schwankungen des Stoffgehaltes bei Nutzung im Blattstadium, so zeigen sich deutliche Zusammenhänge:

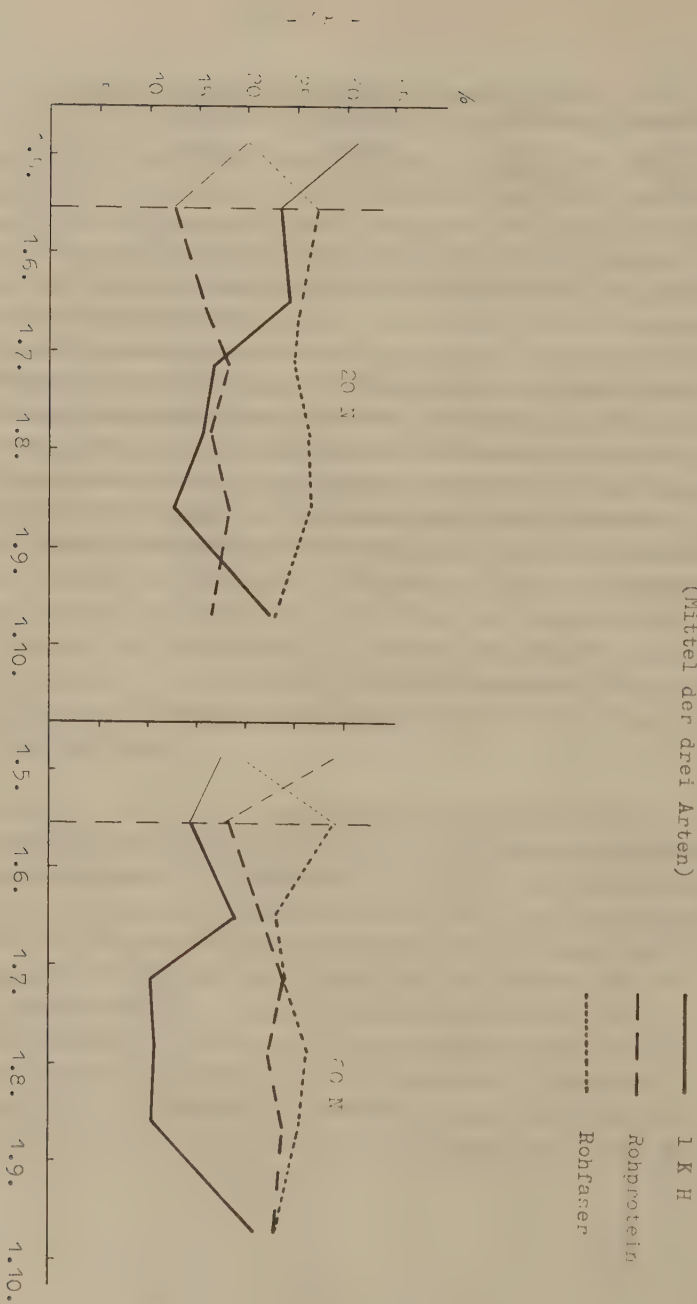
Die Minima des LKH-Gehaltes und die gleichzeitigen Maxima des RF- und RP-Gehaltes decken sich mit dem Termin der 1. Nutzung im Halmstadium und dem der 2. Nutzung im Blühstadium, die in Abschnitte besonders starker generativer Entwicklung fallen. Die Maxima der LKH-Gehalte und die gleichzeitigen Minima der RF- und RP-Gehalte stimmen mit dem Termin der Nutzung im Blattstadium und dem der 3. Nutzung im Blühstadium, d.h. also mit Abschnitten vegetativer Entwicklung überein. Das weniger ausgeprägte Maximum des LKH-Gehaltes im Sommer schließlich trifft mit dem Termin der 1. Nutzung im Blühstadium zusammen. Zu dieser Zeit ändert sich der RF-Gehalt praktisch nicht, der RP-Gehalt liegt relativ niedrig.

Offensichtlich besteht dabei eine Beziehung zur Tageslänge. Der Anfangs- und Endtermin verbindet sich mit Kurztag-Einwirkung, die starken Änderungen der Stoffgehalte im Früh- und Spätsommer erfolgen bei ungefähr gleichdauernder mittlerer Langtag-Einwirkung und die 1. Nutzung im Blühstadium mit relativ hohem LKH- und geringem RP- Gehalt verbindet sich mit der größten Tageslänge. Mit anderen Worten: Die starken Änderungen des LKH-Gehaltes im Aufwuchs bei Nutzung im Blattstadium resultieren aus der jahreszeitlich bedingten physiologischen "Stimmung" der Pflanzen, d.h. schwächer oder stärker ausgeprägte Neigung, die primären Assimilationsprodukte für RF- bzw. RP-Bildung zu benutzen.

7.2 Stoffgehalte des Aufwuchses bei Nutzung im Halmstadium

Bei Nutzung im Halmstadium divergieren im Jahre 1971 die Nutzungs-
termine der Arten unter dem Einfluß der ungewöhnlichen Witterungs-
bedingungen so stark, daß eine Zusammenfassung der Gehaltswerte
nicht möglich ist. Für das Jahr 1972 errechnen sich die Durch-
schnittswerte, die der Abbildung 11 zugrunde liegen. Die ent-
sprechenden Gehalte bei der 1. Nutzung im Blattstadium sind zur
Ergänzung ebenfalls eingetragen. Die Übereinstimmung der jahres-
zeitlichen Gehaltsschwankungen mit denen der Variante "Blatt-
stadium" sind so deutlich, daß darauf nicht eingegan-
gen zu werden braucht. Eine graduelle Abweichung ergibt sich nur daraus,
daß die Depression der LKH-Gehalte im Sommer etwas ausgedehnter
ist. Im ganzen macht sich jedenfalls der bei Nutzung im Blatt-
stadium festgestellte jahreszeitliche Einfluß auch hier deutlich
bemerkbar.

Stoffgehalte (% in Tfm.) des Aufwuchses
bei Nutzung im Halmstadium (1972)
(Mittel der drei Arten)



8. Rohproteingehalte in Stoppel und Wurzeln

Wie bei Literaturbesprechung schon erwähnt, dienen die LKH in Stoppel und Wurzel unbestritten als Reservestoffe, während die Bedeutung des Rohproteins für diesen Zweck verschieden beurteilt wird.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden im allgemeinen keine erheblichen Unterschiede der RP-Gehalte in Stoppel und Wurzeln zwischen den Arten, und ebenfalls keine bedeutsamen Schwankungen der RP-Gehalte in diesen Organen im Laufe der Vegetationszeit festgestellt. Eine Ausnahme bildet nur der regelmäßig höhere RP-Gehalt in der Stoppel von *Lolium per.* bei Nutzung im Blattstadium, der sich aus dem höheren Anteil von Blatttrieben erklären läßt. Größere Unterschiede gab es jedoch zwischen den Düngungs- und Nutzungsvarianten, wie die Durchschnittswerte in der folgenden Übersicht zeigen.

		<u>20 N</u>			<u>60 N</u>		
<u>1 9 7 1</u>		Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
Blühstadium	St.	5.6	4.3	4.8	7.5	6.2	5.5
	Wz.	4.3	4.9	4.3	5.6	6.0	4.8
Halmstadium	St.	5.7	6.6	5.5	7.3	7.3	6.7
	Wz.	4.6	5.2	5.1	5.4	5.8	5.6
Blattstadium	St.	6.8	7.5	7.1	9.1	9.9	9.6
	Wz.	5.1	5.3	5.4	6.1	6.4	9.7
<u>1 9 7 2</u>							
Blühstadium	St.	6.2	3.6	4.7	7.3	5.1	6.4
	Wz.	5.9	5.8	4.9	7.4	6.5	6.1
Halmstadium	St.	7.9	7.3	6.1	11.6	10.3	9.6
	Wz.	7.2	5.8	4.3	8.8	7.7	6.3
Blattstadium	St.	9.8	10.1	8.7	13.8	14.2	13.9
	Wz.	7.3	6.1	5.8	10.0	8.8	7.3

Unverkennbar führt häufige Nutzung ("Halm-" und "Blattstadium") einerseits und hohe N-Düngung (60 N) andererseits zu Erhöhung der RP-Gehalte in Stoppeln und Wurzeln. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die vermehrte Nutzungshäufigkeit mit höherer N-Düngung verbunden ist. In erster Linie kann deshalb die Erhöhung der RP-Gehalte aus der N-Düngung erklärt werden. Außerdem dürfte eine Rolle spielen, daß bei häufiger Nutzung in der Stoppel wegen der stärkeren Bestockung und Neubildung von Trieben mehr physiologisch jüngere Pflanzenteile vorhanden sind. Von den Wurzeln ist bekannt, daß sie zu einem erheblichen Teil nach der Nutzung absterben und mit dem Nachtrieb neu gebildet werden (KLAPF, KMOCH, BAKER, WEINMANN); dementsprechend muß bei häufiger Nutzung der Anteil jüngerer Wurzeln größer sein.

Insgesamt deutet nichts darauf hin, daß bei den gegebenen Bedingungen das Rohprotein als Reservestoff eingesetzt wird. Dagegen spricht vor allem, daß keine nennenswerten Gehaltsschwankungen eintraten.

9. Lösliche Kohlenhydratgehalte in Stoppel und Wurzeln

Von den Nutzungsvarianten kommt die Nutzung im Blühstadium ungestörter Entwicklung am nächsten; die langen Ruhepausen zwischen den Nutzungen geben den Pflanzen die beste Gelegenheit zur Reservebildung; man kann deshalb annehmen, daß bei dieser Variante Arteigentümlichkeiten der Speicherung am deutlichsten sichtbar werden.

Die folgende Übersicht gibt die Gehaltswerte bei dieser Nutzungsweise wieder:

		<u>20 N</u>				<u>60 N</u>			
<u>1 9 7 1</u>		I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
Lolium	St.	25,0	28,4	17,7	23,7	16,1	29,4	14,8	20,1
per.	Wz.	6,9	8,2	8,7	7,9	4,5	6,6	6,7	5,9
Phleum	St.	37,2	33,7	26,0	32,4	27,1	24,8	16,0	22,6
prat.	Wz.	5,8	12,7	15,6	11,4	4,2	14,3	13,4	10,6
Dactylis	St.	22,7	24,6	24,2	23,8	20,8	22,6	23,9	22,4
glom.	Wz.	7,8	12,6	13,8	11,4	8,1	13,3	14,7	12,0
<u>1 9 7 2</u>									
Lolium	St.	31,8	30,0	40,0	33,9	23,2	24,7	39,2	29,0
per.	Wz.	4,4	5,8	9,0	6,4	2,9	3,6	6,3	4,3
Phleum	St.	51,7	37,9	37,4	42,3	43,5	26,3	28,4	32,7
prat.	Wz.	4,7	7,3	12,4	8,1	3,9	5,5	11,6	7,0
Dactylis	St.	21,9	21,0	30,2	24,3	18,9	16,5	21,4	18,9
glom.	Wz.	11,8	13,4	14,3	13,1	8,2	9,0	11,6	9,6

Es zeichnen sich deutliche Artunterschiede ab, die im Jahre 1972, das wegen der ausgeglichenen Witterungsverhältnisse auch als repräsentativer gelten kann, im allgemeinen stärker ausgeprägt sind: Dactylis glom. weist durchweg in der Stoppel geringere und in den Wurzeln höhere lKH-Gehalte als die anderen beiden Arten auf.

Die LKH-Gehalte in der Stoppel von Phleum sind beim 1. Schnitt bedeutend höher als die der beiden anderen Arten; beim 2. Schnitt besteht dieser Unterschied abgeschwächt auch noch. Die besonders hohen Gehalte fallen mit starker Ausbildung des Haplocorm als Speicherungsorgan zusammen.

Im Durchschnitt der jährlichen drei Untersuchungstermine errechnet sich folgendes Verhältnis von Wurzel- zu Stoppelgehalten:

	<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	20 N	60 N	20 N	60 N
Lolium per.	1 : 0,3	1 : 0,3	1 : 0,2	1 : 0,1
Phleum prat.	1 : 0,4	1 : 0,5	1 : 0,2	1 : 0,2
Dactylis glom.	1 : 0,5	1 : 0,5	1 : 0,6	1 : 0,5

Neben diesen Artunterschieden heben sich als Gemeinsamkeiten ab, daß im Herbst die LKH-Gehalte in den Wurzeln deutlich ansteigen und daß Erhöhung der N-Düngung in erster Linie den LKH-Gehalt in der Stoppel senkt.

Aus den starken Schwankungen der LKH-Gehalte geht eindeutig hervor, daß die LKH-Gehalte als Reservestoffe dienen, die in Stoppel und Wurzeln je nach Umständen eingelagert oder verbraucht werden. Bei dieser Voraussetzung läßt sich aus den dargelegten Zusammenhängen für das Verhalten der Arten bei wenig gestörter Entwicklung ableiten:

Lolium per. und Phleum prat. speichern überwiegend in der Stoppel, Dactylis dagegen in stärkerem Umfange auch in den Wurzeln. Phleum prat. unterscheidet sich von den beiden anderen Arten durch besonders starke Reservebildung während der generativen Entwicklung im Frühjahr und Sommer. Den letzten Vegetationsabschnitt benutzen alle Arten zu verstärkter Reservestoffspeicherung, und zwar besonders in den Wurzeln. Zweifellos wird damit die Überwinterung vorbereitet. Hohe N-Düngung ändert den Rhythmus der Speicherung nicht; sie verringert aber ihren Umfang bedeutend.

9.1 Auswirkungen der Nutzungsdifferenzierung auf den LKH-Gehalt bezogen auf Nutzung im Blühstadium

Ein Vergleich der LKH-Gehalte in Stoppel und Wurzel bei den verschiedenen Nutzungsvarianten muß wegen der jahreszeitlichen Schwankungen, die auch hier bestehen, von den vergleichbaren Nutzungsterminen (Übersicht Seite 56) ausgehen.

Tabelle 9 und 10 enthalten die entsprechenden Werte. Die Ergebnisse der beiden Jahre stimmen in den grundlegenden Tendenzen überein, in den Einzelheiten sind sie aus den früher genannten Gründen nur eingeschränkt vergleichbar, wobei die Ergebnisse des Jahres 1972 repräsentativer sind. Die folgende Darstellung bezieht sich deshalb in erster Linie auf dieses Jahr.

Die Durchschnittswerte der Tabellen zeigen, daß durch häufige Nutzung ("Halm-" und "Blattstadium") die LKH-Gehalte in Stoppel und Wurzel bei allen Arten stark verringert werden, und zwar eindeutig stärker als durch die Erhöhung der N-Düngung. Vergleicht man die Arten untereinander, so ergibt sich, daß bei Phleum prat. und Lolium per., die bei wenig gestörter Entwicklung ("Blühstadium") ganz überwiegend die Stoppel als Reserveorgan benutzen, auch das Absinken der Gehalte sich im wesentlichen auf die Stoppel beschränkt. Bei Phleum, bei dem die Funktion der Stoppel als Speicherungsorgan besonders ausgeprägt und das Absinken der Stoffgehalte relativ am stärksten ist, steigen die Gehalte in den Wurzeln bei häufiger Nutzung sogar an. Wenigstens gilt dies für das 2. Nutzungsjahr.

Tabelle 9

lKH-Gehalte in Stoppel und Wurzeln der Varianten bei vergleich-
baren Terminen

		1 9 7 1							
		20 N					60 N		
<u>Lolium per.</u>		I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
Blühstadium	St.	25.0	28.4	-	26.7	16.1	29.4	-	22.8
	Wz.	6.9	8.2	-	7.6	4.5	6.6	-	5.6
Halmstadium	St.	14.9	26.5	-	20.7	9.6	21.5	-	15.6
	Wz.	5.7	6.2	-	6.0	3.8	5.1	-	4.5
Blattstadium	St.	7.6	24.1	-	15.8	8.8	18.3	-	13.6
	Wz.	4.0	7.3	-	5.7	3.9	6.2	-	5.0
<u>Phleum prat.</u>									
Blühstadium	St.	37.2	33.7	-	35.5	27.1	24.8	-	26.0
	Wz.	5.8	12.7	-	9.3	4.2	14.3	-	9.3
Halmstadium	St.	15.7	16.3	-	16.0	11.9	15.4	-	13.7
	Wz.	5.3	7.9	-	6.6	3.8	6.4	-	5.1
Blattstadium	St.	17.8	13.0	-	15.4	11.4	11.5	-	11.5
	Wz.	6.3	6.8	-	6.5	4.1	6.2	-	5.1
<u>Dactylis glom.</u>									
Blühstadium	St.	22.7	24.6	-	23.7	20.8	22.6	-	21.7
	Wz.	7.8	12.6	-	10.2	8.1	13.3	-	10.7
Halmstadium	St.	16.4	18.1	-	17.3	8.8	14.9	-	11.9
	Wz.	10.0	12.0	-	11.0	5.7	6.7	-	6.2
Blattstadium	St.	9.2	14.6	-	11.9	5.7	15.9	-	10.8
	Wz.	6.8	10.1	-	8.5	3.3	10.1	-	6.7

Tabelle 10.

1KH-Gehalte in Stoppel und Wurzeln der Varianten bei vergleich-
baren Terminen

		<u>1 9 7 2</u>							
		<u>20 N</u>				<u>60 N</u>			
<u>Lolium per.</u>		I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
Blühstadium	St.	31.8	30.0	40.0	33.9	23.2	24.7	39.2	29.0
	Wz.	4.4	5.8	9.0	6.4	2.9	3.6	6.3	4.3
Halmstadium	St.	24.5	18.0	33.3	25.3	12.8	12.7	36.5	20.6
	Wz.	3.0	4.1	7.6	4.9	2.4	2.4	6.6	3.8
Blattstadium	St.	15.8	16.6	35.3	22.6	10.2	15.9	41.0	22.3
	Wz.	2.5	4.3	9.1	5.3	3.2	4.8	11.2	6.4
<u>Phleum prat.</u>									
Blühstadium	St.	51.7	37.9	37.4	42.3	43.5	26.3	28.4	32.7
	Wz.	4.7	7.3	12.4	8.1	3.9	5.5	11.6	7.0
Halmstadium	St.	14.1	11.9	31.2	19.0	17.2	10.2	31.6	19.7
	Wz.	5.1	7.6	16.0	9.6	3.8	5.8	17.3	9.0
Blattstadium	St.	18.4	11.3	34.1	21.3	12.2	19.3	23.5	15.0
	Wz.	7.6	8.6	18.5	11.5	4.8	6.0	13.6	8.1
<u>Dactylis glom.</u>									
Blühstadium	St.	21.9	21.0	30.2	24.3	18.9	16.5	21.4	18.9
	Wz.	11.8	13.4	14.3	13.1	8.2	9.0	11.6	9.6
Halmstadium	St.	12.4	14.6	21.8	16.2	6.6	10.4	27.0	14.6
	Wz.	6.6	9.7	11.7	9.3	3.4	4.4	12.3	6.7
Blattstadium	St.	10.8	10.5	28.3	16.5	7.9	7.1	22.1	12.4
	Wz.	7.5	9.8	13.6	10.3	2.6	4.8	9.9	5.8

Bei *Dactylis glom.*, das bei wenig gestörter Entwicklung auch in den Wurzeln Reserven speichert, nehmen die Gehalte in der Stoppel relativ weniger als bei den anderen Arten, dafür aber auch in den Wurzeln ab.

Zieht man die Werte der einzelnen Untersuchungen heran, so zeigt sich, daß die niedrigeren Durchschnittswerte bei häufiger Nutzung auf Unterschiede bei den beiden ersten Untersuchungen zurückgehen, die in den Sommer fallen. Bei dem letzten Untersuchungstermin im Herbst nähern sich die Gehaltswerte der Nutzungsvarianten dagegen weitgehend einander an. Mit anderen Worten, die Neigung zur Speicherung für die Überwinterung tritt auch bei häufiger Nutzung deutlich hervor. Hohe N-Düngung senkt die Gehalte generell, ohne die genannten Tendenzen aufzuheben.

9.2 Schwankungen der LKH-Gehalte in Stoppel und Wurzeln im Laufe der Vegetationszeit

Wegen der wenigen Untersuchungstermine können die Schwankungen des LKH-Gehaltes während der Vegetationszeit bei der Variante "Blühstadium" nicht verfolgt werden. Bei Nutzung im Blattstadium ergaben sich die in den Abbildungen 11 und 12 dargestellten Schwankungen.

Wie bei den Aufwuchsgehalten (Abb. 9 und 10) wird der Verlauf der Gehaltsänderung in der Stoppel durch Maxima im Frühjahr, Sommer und Herbst und dazwischen liegende Minima gekennzeichnet. Bei den einzelnen Arten ergeben sich kleine zeitliche Verschiebungen, die aber an der Grundtendenz nichts ändern. Solche Verschiebungen sind auch erklärlich, weil die Nutzungs- termine der Arten nicht genau übereinstimmen und die Wurzeln in verschiedenem Umfang zur Speicherung herangezogen werden. Im ganzen fallen die Hoch- und Tiefpunkte der Gehalte wie beim Aufwuchs (siehe Seite 71 ff.) deutlich mit dem physiologischen Entwicklungsrythmus zusammen: Die Zeitspanne vegetativer Entwicklungsstimmung im Frühjahr und Herbst und die Zeit gemäßigter generativer Entwicklungsstimmung im Sommer verbinden sich mit hohen, die Abschnitte intensiver generativer Entwicklungsstimmung im Früh- und Spätsommer mit niedrigen Gehalten.

Was die Höhe der Gehalte betrifft, so liegt sie bei *Lolium per.* durchweg über den beiden anderen Arten; im Jahre 1972 war diese Differenzierung bei hoher N-Düngung besonders deutlich. Bei *Phleum* zeichnet sich besonders bei geringer N-Düngung ein Maximum der Gehaltswerte im Juni / Juli ab.

Die LKH-Gehalte in den Wurzeln schwanken im ganzen weniger stark, aber mit ähnlicher Tendenz wie die Aufwuchs- und Stoppelgehalte. Gelegentliche zeitliche Verschiebungen sind in Anbetracht der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Ein- und Auslagerung und dem damit verbundenen Zeitbedarf von vornherein zu erwarten.

Abb. 7
% der Trm.

IKH-Gehalt der Stoppel bei Nutzung im Blattstadium

1971

20 N

60 N

- Dactylis glom.
- - - Phleum prat.
- Lolium per.

1972

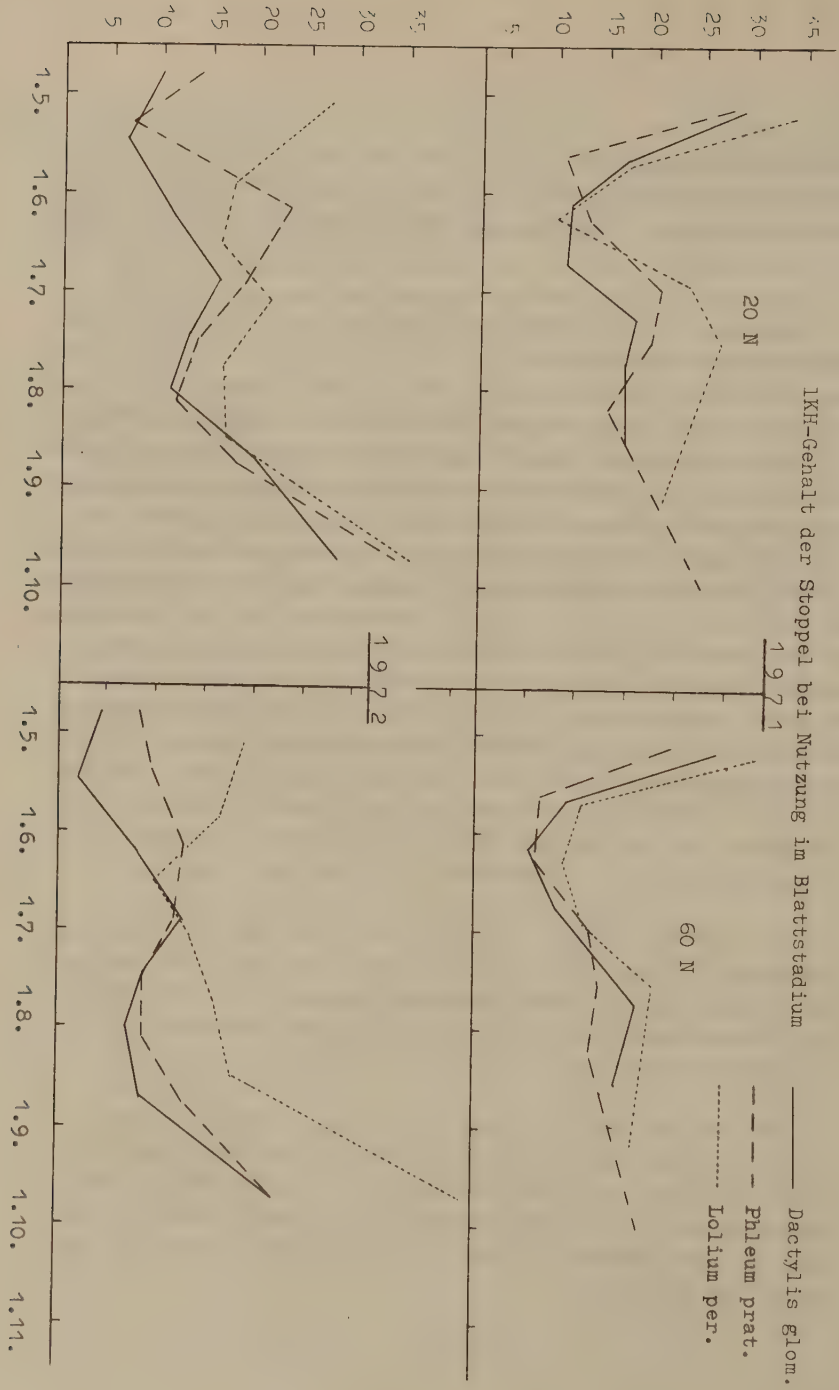
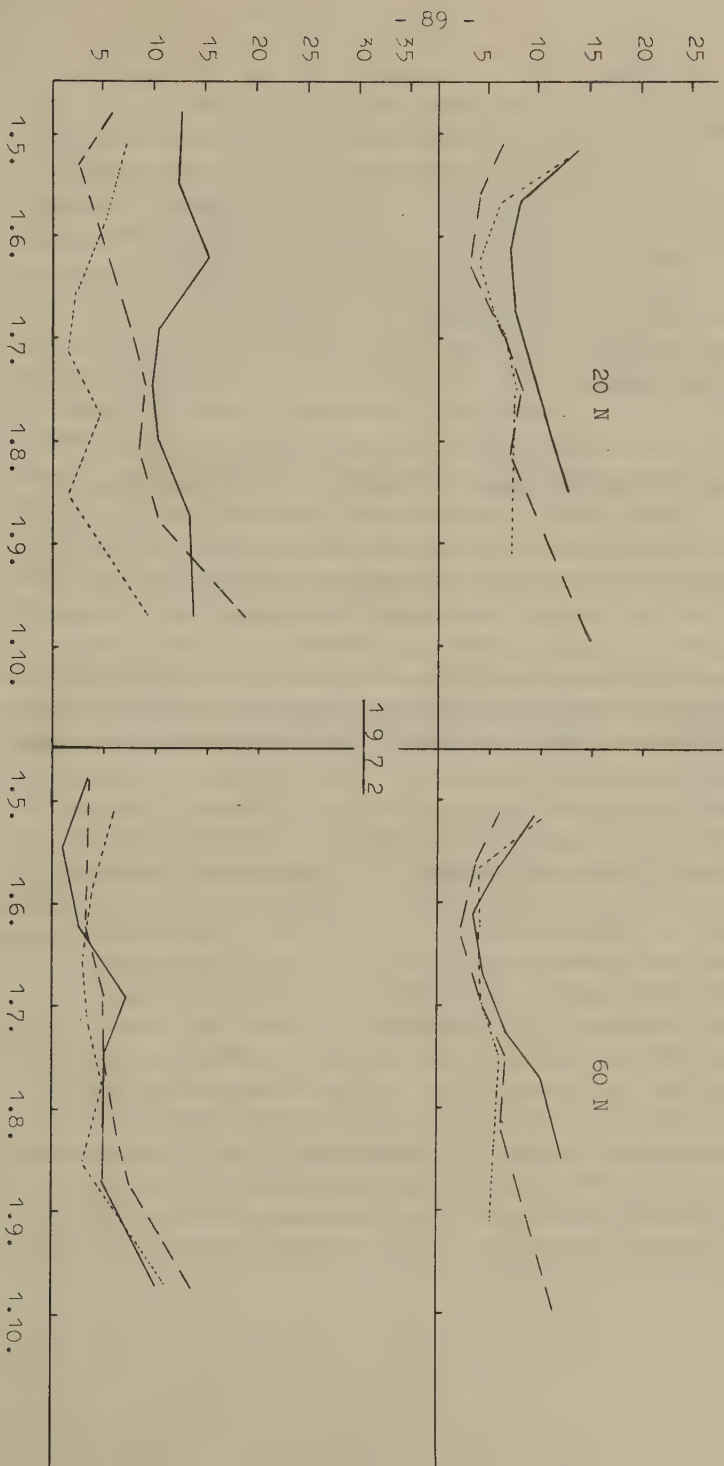


Abb. 13

1KH-Gehalt der Wurzeln bei Nutzung im Blattstadium

% der Trm.

— Dactylis glom.
 - - - Phleum prat.
 Lolium per.



Auffälliger sind die Artenunterschiede und zwar vor allem im Jahre 1972. Bei geringer N-Düngung weisen die Wurzeln von *Dactylis* im Frühjahr höhere Gehaltswerte als die der beiden anderen Arten auf. Bei *Phleum prat.* sind entgegengesetzt zu den Stoppelgehalten die Gehalte im Frühjahr niedrig; zum Herbst hin steigen sie ebenfalls an. *Lolium* weist während der ganzen Vegetationszeit relativ niedrige Gehalte auf. Bei hoher N-Düngung unterscheiden sich die LKH-Gehalte der Wurzeln nur wenig, weil sie bei *Dactylis glom.* und *Phleum prat.* stärker abnehmen.

Die Gehaltswerte von Stoppel und Wurzeln zusammengekommen, heben sich, wie schon eingangs aufgezeigt, Artenunterschiede auch hier ab. *Lolium* speichert ganz überwiegend in der Stoppel, *Dactylis* verhältnismäßig stark in den Wurzeln, *Phleum* nimmt eine Mittelstellung ein, wobei allerdings bei dieser Art in der 1. Hälfte der Vegetationszeit die Speicherung in der Stoppel ganz überwiegt und sie sich erst danach auch auf die Wurzeln ausdehnt. Bei allen Arten nimmt im übrigen die Speicherung in den Wurzeln im Herbst zu. Hohe N-Düngung führt bei *Dactylis glom.* und *Phleum prat.* zu deutlicher Verringerung der Speicherung in den Wurzeln.

Bei Nutzung im Halmstadium sind im ganzen diese jahreszeitlichen Schwankungen weniger deutlich (Abb. 74); am ehesten treten sie noch im Jahre 1971 hervor, allerdings bei *Lolium per.* viel stärker als bei *Dactylis glom.* und *Phleum prat.* Hier wirkte^k sich die Witterungsbedingungen (Tabelle 1) im Zusammenhang mit den Nutzungsterminen (Anhangstabelle 1) aus. Der sehr starke Gehaltsanstieg in der Stoppel von *Lolium per.* bei der 3. Nutzung läßt sich dadurch erklären, daß ein voll entwickelter Aufwuchs in den Genuß warmer und sonniger Witterung kam. Bei *Dactylis* und *Phleum* erfolgte dagegen die Nutzung kurz vor dem Witterungsumschlag, so daß sich kein Vorteil für die Assimilation, aber ein Nachteil für den Nachtrieb ergab. Immerhin zeichnet sich ein leichter Gehaltsanstieg bei den anderen Arten ab. Die Herbstuntersuchung unterblieb; ein Anstieg der Gehalte in

dieser Jahreszeit ist aber mit Sicherheit anzunehmen. Im Jahre 1972 fehlte bei *Lolium* und *Dactylis* das Sommermaximum, das bei Nutzung im Blattstadium,übrigens auch bei Aufwuchsgehalten, festgestellt wurde. Bei *Phleum* trat es dagegen ein, und zwar besonders ausgeprägt in Verbindung mit hoher N-Düngung. Bei dieser Art war allerdings die Stoppelmenge zu diesem Zeitpunkt (Anhangstab. 5, 3. Nu.) sehr gering, so daß schon relativ schwache Speicherung zum Anstieg der Gehalte führen mußte. Dem hohen lKH-Gehalt entspricht also keine große lKH-Menge. Immerhin zeigt er die Neigung zu verstärkter Speicherung der Stoppel bei *Phleum* in diesem Entwicklungsabschnitt an. Wenn man von diesem besonderen Fall absieht, fehlte also 1972 bei Nutzung im Halmstadium das Sommermaximum der Gehalte. Der Gehaltsanstieg im Herbst trat dagegen bei allen Arten deutlich ein.

Die lKH-Gehalte der Wurzeln bei Nutzung im Halmstadium sind in Abbildung 15 wiedergegeben. Die Artunterschiede und die Wirkungsrichtung der N-Düngung stellen sich ähnlich wie bei Nutzung im Blattstadium dar; eingehende Besprechung erübrigt sich deshalb. Was die Gehaltsschwankungen betrifft, ist hervorzuheben, daß im Jahre 1972 sich im Unterschied zu den Stoppelgehalten ein Maximum im Spätsommer andeutet. Im übrigen besteht die gleiche Tendenz der Gehaltsänderung wie in der Stoppel.

Abb. 7/
 KH-Gehalte der Stoppel bei Nutzung im Halmstadium

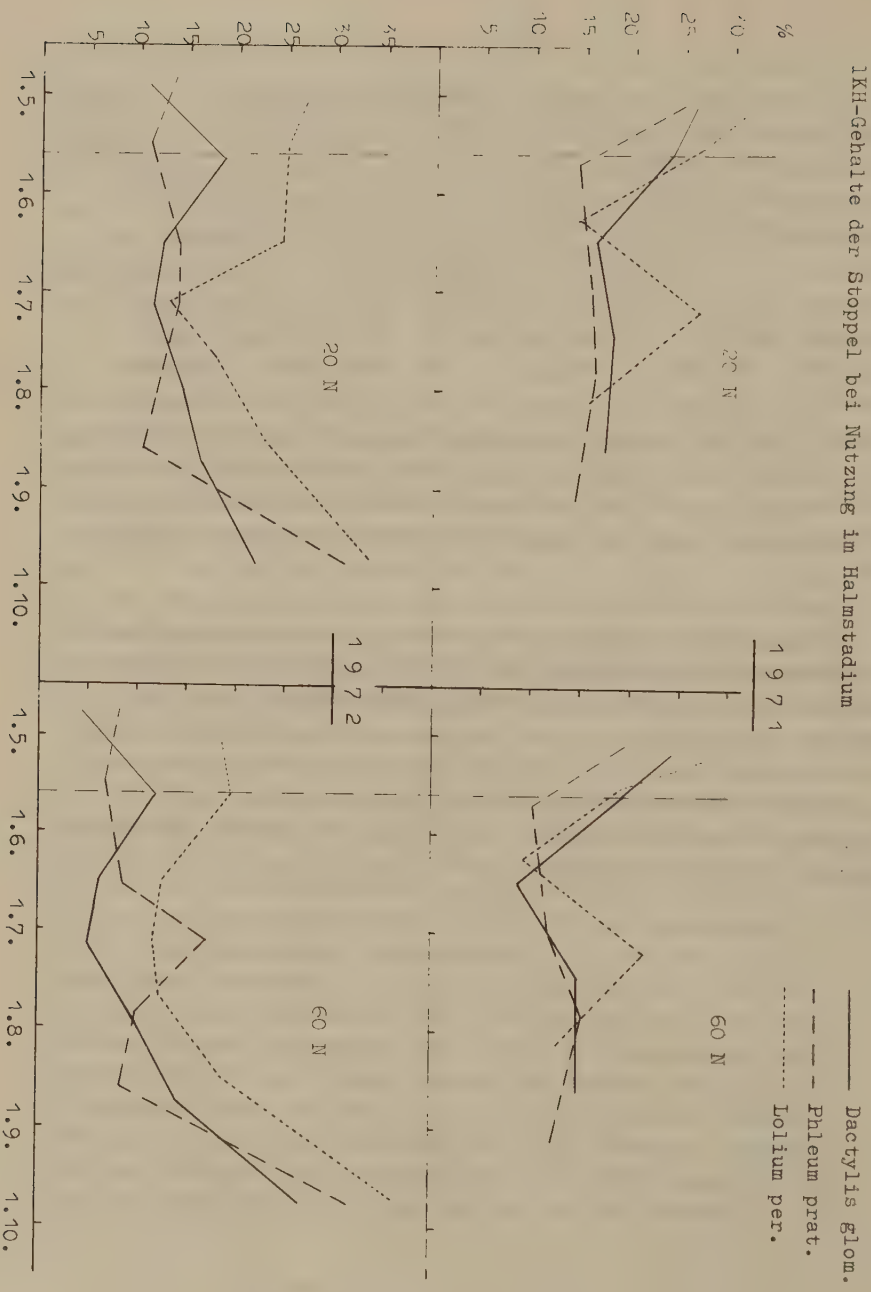
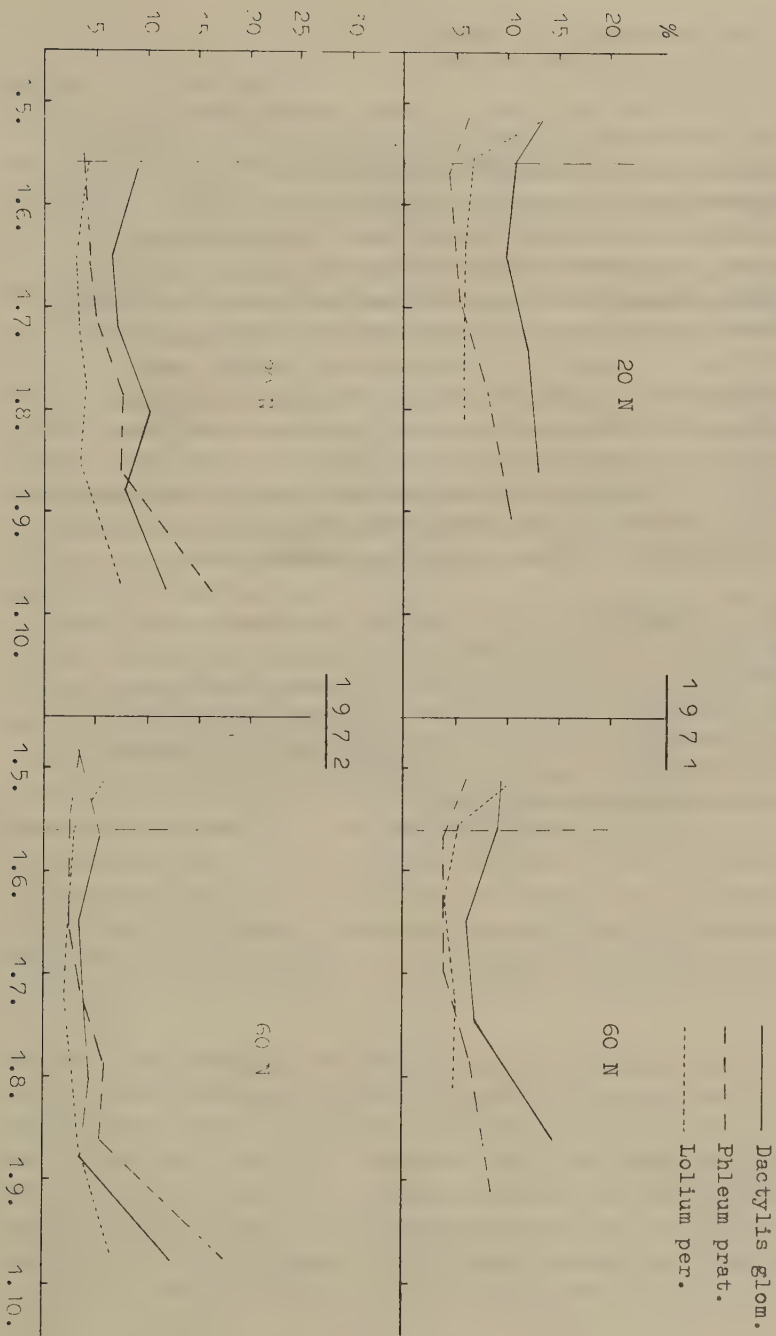


Abb. 15
 LKH-Gehalte der Wurzeln bei Nutzung im Halmstadium



10. lKH-Menge in Stoppel und Wurzeln

Es liegt auf der Hand, daß der Gehalt an Reservestoffen in Stoppel und Wurzeln allein über die Deckung des Reservestoffbedarfes keinen vollständigen Aufschluß gibt. Dafür ist die verfügbare Menge an Reservestoffen mindestens ebenso wichtig (MAY, TAN). Da die Menge sich aus Gehalt und Substanzmenge errechnet, kann hoher lKH-Gehalt auch bei absolut geringer lKH-Menge gegeben sein. Umgekehrt kann allerdings auch große lKH-Menge aus großer Substanzmenge mit sehr niedrigem Gehalt resultieren. In diesem Fall kann der sehr geringe Gehalt Ausdruck für völlige Erschöpfung der Reserven trotz verhältnismäßig großer lKH-Menge sein, weil ein Minimum an lKH-Gehalt für den Erhaltungsbedarf von Stoppel und Wurzeln erforderlich ist. Insofern kann auch die Menge allein kein absoluter Maßstab für den Bedarf sein. Mindestens Grenzwerte der Gehalte haben wichtige Bedeutung (ALBERDA 1966).

Bei der vorliegenden Arbeit müssen bei der Bewertung der lKH-Menge auch die methodisch bedingten Unsicherheiten (Seite 60) der Werte im Auge behalten werden. Sie haben ebenfalls im Hinblick auf die Minimalschwellen der Reservebildung Bedeutung. Im übrigen kann aber die lKH-Menge und ihre Änderung wesentliche Hinweise auf Besonderheiten und Beeinflussung des Reservestoffhaushaltes geben.

10.1 Nutzung im Blühstadium

Aus den schon dargelegten Gründen (Seite 81) kann unterstellt werden, daß die Nutzungsvariante "Blühstadium" am ehesten die grundsätzlichen Arteigentümlichkeiten der Speicherung erkennen läßt. Tabelle 11 enthält die Werte der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln bei den einzelnen Schnitten im Blühstadium mit den zugehörigen Durchschnittswerten.

Die größten LKH-Mengen wurden in beiden Jahren und Düngungsstufen stets bei *Phleum prat.*, die geringsten bei *Lolium per.* gefunden. *Dactylis glom.* nimmt in dieser Beziehung eine Mittelstellung ein. Die Arten unterscheiden sich ferner im Hinblick auf den Lagerungsort der LKH: Bei *Lolium per.* und *Phleum prat.* befindet sich stets der weitaus größte Teil der LKH-Menge in der Stoppel, während *Dactylis glom.* in viel größerem Umfange LKH auch in den Wurzeln einlagert. Die LKH-Menge verteilt sich bei *Dactylis* in etwa gleichem Verhältnis auf Stoppel und Wurzel und ist in den Wurzeln im Vergleich zu den beiden anderen Arten relativ und absolut größer. Die Jahresunterschiede bei *Dactylis* erklären sich aus dem schon genannten (Seite 45 ff.) Entwicklungsrückstand der Wurzel Ausbildung im 1. Jahr. (Wie überhaupt die Werte des 1. Nutzungsjahres wegen der Entwicklungsunterschiede der Arten und extrem trockenen Wetters nur eingeschränkt vergleichbar sind. Es werden deshalb nur in den beiden Jahren übereinstimmende Tendenzen aufgegriffen und besprochen.). Bei allen Arten zeichnet sich eine Zunahme der LKH-Menge in den Wurzeln zum Herbst hin ab.

Erhöhung der N-Düngung bewirkte in der Regel eine Abnahme der Gesamt-LKH-Menge in Stoppel und Wurzel, die aber bei *Lolium per.* weniger ausgeprägt war als bei *Dactylis glom.* und *Phleum prat.*, und zwar jedenfalls deswegen, weil die Vermehrung der Blattfläche und damit die Assimilationsleistung durch höhere N-Düngung bei *Lolium per.* am stärksten war. Bei *Dactylis glom.* erstreckte sich die Abnahme auf Stoppel und Wurzeln, während sie bei den beiden anderen Arten überwiegend die Stoppel betraf.

Tabelle 11

1KH-Menge bei einzelnen Schnitten im Blühstadium (dz/ha)

<u>1 9 7 1</u>	<u>20 N</u>				<u>60 N</u>			
	I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
Lolium per.	St. 3.7	5.3	4.2	4.4	1.7	5.3	2.8	3.3
	Wz. 0.6	1.4	1.7	1.2	0.3	1.3	1.5	1.0
	4.3	6.7	5.9	5.6	2.0	6.6	4.3	4.3
Phleum prat.	St. 5.4	8.5	5.7	6.5	3.9	5.1	2.3	3.8
	Wz. 0.7	1.5	2.0	1.4	0.7	2.8	2.5	2.0
	6.1	10.0	7.7	7.9	4.6	7.9	4.8	5.8
Dactylis glom.	St. 1.8	5.4	5.3	4.1	1.9	3.9	6.0	3.9
	Wz. 0.4	2.2	2.8	1.8	0.6	2.2	3.3	2.0
	2.2	7.6	8.1	5.9	2.5	6.1	9.3	5.9
<u>1 9 7 2</u>								
Lolium per.	St. 4.0	4.0	4.0	4.0	2.6	3.0	5.4	3.7
	Wz. 0.9	0.8	1.5	1.1	0.6	0.4	1.2	0.7
	4.9	4.8	5.5	5.1	3.2	3.4	6.6	4.4
Phleum prat.	St. 18.5	9.6	7.0	11.7	12.0	4.9	4.3	7.1
	Wz. 1.3	1.0	2.8	1.7	1.0	0.8	2.8	1.5
	19.8	10.6	9.8	13.4	13.0	5.7	7.1	8.6
Dactylis glom.	St. 4.4	3.4	4.2	4.0	3.3	2.0	2.6	2.6
	Wz. 2.8	3.2	4.8	3.6	2.0	2.0	3.2	2.4
	7.2	6.6	9.0	7.6	5.3	4.0	5.8	5.0

10.2 Auswirkungen der Nutzungs- und Düngungsdifferenzierung auf LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln bezogen auf Nutzung im Blühstadium

Der Vergleich der verschiedenen Nutzungsvarianten muß sich auch bei den LKH-Mengen auf vergleichbare Nutzungstermine (Seite 56) beziehen.

In Tabelle 12 und 13 sind die entsprechenden Werte und die zugehörigen Durchschnittswerte aufgeführt. Die LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln bei Nutzung im Blühstadium ist bereits besprochen worden (Seite 94) und wird deshalb im folgenden nur noch so weit einbezogen, wie es der Zusammenhang erfordert.

Die Durchschnittswerte der Gesamt - LKH - Menge zeigen in den beiden Jahren eine übereinstimmende Tendenz, wenn auch das Ausmaß der Wirkung der Nutzungsdifferenzierung verschieden ist.

Bei Phleum prat. wirkte sich häufige Nutzung ("Halm-" und "Blattstadium") am stärksten aus. Die Werte sind um 70 - 85 % niedriger als bei seltener Nutzung ("Blühstadium"). Diese Abnahme ergibt sich hauptsächlich aus dem Rückgang der LKH-Menge in der Stoppel.

Bei Lolium per. und Dactylis glom. nahm die Gesamt-LKH-Menge durch häufige Nutzung im Durchschnitt um 40 - 60 % ab. Auch hier resultiert die Abnahme mehr aus der Stoppel als aus der Wurzel, aber bei weitem nicht so deutlich wie bei Phleum. Auffallend stark verringerte sich die LKH-Menge bei der Variante "Halmstadium, 60 N" von Lolium per. Besonders im 2. Jahr (1972) ist die Abnahme absolut und relativ größer als bei der Variante "Blattstadium, 60 N".

Bemerkenswerte Unterschiede ergeben sich auch bei den Werten der einzelnen Untersuchungstermine. Wegen des teilweisen Fehlens der Herbstuntersuchungen im Jahre 1971 muß sich hier allerdings der Vergleich auf die Ergebnisse des Jahres 1972 beschränken (Tabelle 13).

Tabelle 12

1KH-Menge in Stoppel und Wurzeln der Varianten bei vergleich-
baren Terminen

		1971							
		20 N				60 N			
<u>Lolium per.</u>		I	II	III	$\bar{x}$	I	II	III	$\bar{x}$
Blühstadium	St.	3.7	5.3	-	4.5	1.7	5.3	-	3.5
	Wz.	0.6	1.4	-	$\frac{1.0}{5.5}$	0.3	1.3	-	$\frac{0.8}{4.3}$
Halmstadium	St.	2.4	4.2	-	3.3	1.3	2.2	-	1.8
	Wz.	0.6	0.8	-	$\frac{0.7}{4.0}$	0.4	0.6	-	$\frac{1.0}{2.8}$
Blattstadium	St.	1.0	4.0	-	2.5	1.1	3.0	-	2.0
	Wz.	0.3	1.4	-	$\frac{0.9}{3.4}$	0.3	0.9	-	$\frac{0.6}{2.6}$
<u>Phleum prat.</u>									
Blühstadium	St.	5.4	8.5	-	7.0	3.9	5.1	-	4.5
	Wz.	0.7	1.5	-	$\frac{1.1}{8.1}$	0.7	2.8	-	$\frac{1.8}{6.3}$
Halmstadium	St.	1.5	2.2	-	1.9	1.0	1.3	-	1.2
	Wz.	0.5	0.7	-	$\frac{0.6}{2.5}$	0.3	0.4	-	$\frac{0.4}{1.6}$
Blattstadium	St.	1.4	1.4	-	1.4	0.6	1.0	-	0.8
	Wz.	0.6	0.9	-	$\frac{0.8}{2.2}$	0.2	0.7	-	$\frac{0.4}{1.2}$
<u>Dactylis glom.</u>									
Blühstadium	St.	1.8	5.4	-	3.6	1.9	3.9	-	2.9
	Wz.	0.4	2.2	-	$\frac{1.3}{4.9}$	0.6	2.2	-	$\frac{1.4}{4.3}$
Halmstadium	St.	1.5	2.4	-	2.0	0.9	2.1	-	1.5
	Wz.	1.0	1.3	-	$\frac{1.2}{3.2}$	0.7	1.1	-	$\frac{0.9}{2.4}$
Blattstadium	St.	0.9	1.5	-	1.2	0.5	1.8	-	1.2
	Wz.	0.5	1.5	-	$\frac{1.0}{2.2}$	0.2	1.7	-	$\frac{1.0}{2.2}$

Tabelle 13

1KH-Menge in Stoppel und Wurzeln der Varianten bei vergleich-
baren Terminen

		<u>1972</u>							
		<u>20 N</u>			$\bar{x}$	<u>60 N</u>			$\bar{x}$
		I	II	III		I	II	III	
Blühstadium	St.	4.0	4.0	4.0	4.0	2.6	3.0	5.4	3.7
	Wz.	0.9	0.8	1.5	<u>1.1</u> 5.1	0.6	0.4	1.2	<u>0.7</u> 4.4
Halmstadium	St.	2.6	1.9	2.5	2.3	0.9	0.8	2.5	1.4
	Wz.	0.6	0.5	1.0	<u>0.7</u> 3.0	0.3	0.2	0.5	<u>0.3</u> 1.7
Blattstadium	St.	1.3	1.5	1.9	1.6	0.8	1.1	3.8	1.9
	Wz.	0.4	0.7	0.7	<u>0.6</u> 2.2	0.4	0.6	1.3	<u>0.8</u> 2.7
<u>Phleum prat.</u>									
Blühstadium	St.	18.5	9.6	7.0	11.7	12.0	4.9	4.3	7.1
	Wz.	1.3	1.0	2.8	<u>1.7</u> 13.4	1.0	0.8	2.8	<u>1.5</u> 8.6
Halmstadium	St.	0.9	0.9	2.1	1.3	0.6	0.5	2.1	1.1
	Wz.	0.7	1.7	2.5	<u>1.6</u> 2.9	0.2	0.6	1.9	<u>0.9</u> 2.0
Blattstadium	St.	1.5	0.7	2.8	1.7	0.7	0.5	1.2	0.8
	Wz.	0.6	1.1	3.3	<u>1.7</u> 3.4	0.2	0.6	1.1	<u>0.6</u> 1.4
<u>Dactylis glom.</u>									
Blühstadium	St.	4.4	3.4	4.2	4.0	3.3	2.0	2.6	2.6
	Wz.	2.8	3.2	4.8	<u>3.6</u> 7.6	2.0	2.0	3.2	<u>2.4</u> 5.0
Halmstadium	St.	1.6	2.0	2.4	2.0	0.6	0.8	2.1	1.2
	Wz.	1.6	2.7	3.0	<u>2.4</u> 4.4	0.9	1.2	2.4	<u>1.5</u> 2.7
Blattstadium	St.	1.1	1.0	2.5	1.5	0.4	0.5	1.6	0.8
	Wz.	1.5	2.4	2.9	<u>2.3</u> 3.8	0.4	0.9	2.0	<u>1.1</u> 1.9

10.2.1 Lolium per. zeigt bei geringer N-Düngung zu jedem Untersuchungs-termin von "Blühstadium" über "Halmstadium" nach "Blattstadium" eine kontinuierliche Abnahme der LKH-Menge. Diese Tendenz ändert sich durch hohe N-Düngung insofern, als die LKH-Menge im Sommer und Herbst (II. und III. Termin) bei Nutzung im Halmstadium deutlich geringer als bei Nutzung im Blattstadium ist, und zwar sowohl in der Stoppel wie auch in der Wurzel. Ferner tritt bei Nutzung im Halmstadium, offenbar als Nachwirkung der Frühjahrsnutzung, ein Minimum im Sommer ein, während bei den anderen Nutzungsvarianten dieses Minimum ausbleibt. Ausnahmslos werden von der Beanspruchung durch häufige Nutzung die Reserven in der Stoppel stärker als die in der Wurzel betroffen. Bei allen Varianten macht sich außerdem verstärkte Speicherung im Herbst durch Anstieg der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln beim III. Untersuchungstermin bemerkbar. Bei Nutzung im Blattstadium bewirkte in dieser Zeit hohe N-Düngung auffallenderweise verstärkte Speicherung, eine Wirkung, die auch in den LKH-Gehalten sehr deutlich zum Ausdruck kommt (Abb. 12).

10.2.2 Beim Vergleich der Nutzungsvarianten von Phleum prat. muß der unvermeidliche methodische Fehler bei der Probenahme (Seite 60) in Rechnung gestellt werden. Bei der Variante Halmstadium sind die Werte durch diesen Fehler mehr noch als bei der Variante Blattstadium überhöht, und zwar bei hoher N-Düngung wiederum stärker als bei geringer. Vor allem bei hoher N-Düngung war demnach die LKH-Menge bei der Variante "Halmstadium" im Frühjahr und Sommer (I. und II. Termin) noch geringer als bei "Blattstadium" und erreichte somit einen extrem niedrigen Stand. Im Herbst (III. Termin) nahm bei beiden Varianten die LKH-Menge bedeutend zu, wobei sich die genannten Unterschiede verwischten. Der Vergleich mit der Variante "Blühstadium" zeigt, daß durch häufige Nutzung im Halm- und Blattstadium ganz besonders die Speicherung im Frühjahr und Sommer (I. und II. Termin) verringert wird, während die Speicherung im Herbst für die Überwinterung weniger herabgesetzt wird. Hohe N-Düngung führt auch bei Phleum in jedem Fall zur Verringerung der LKH-Menge.

10.2.3 Dactylis glom. wies bei häufiger Nutzung während der ganzen Vegetationsperiode eine größere LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln als bei den anderen Arten auf. Eine Ausnahme bildet nur die Variante "Blattstadium, 60 N" bei der die LKH-Menge zu jedem Termin niedriger als bei *Lolium per.* war. Auffallend ist ferner, daß im Unterschied zu den anderen Arten Nutzung im Halmstadium regelmäßig mit größerer LKH-Menge als Nutzung im Blattstadium verbunden war. Übereinstimmend mit dem Befund der anderen Arten war die Abnahme der LKH-Menge im Herbst nicht so stark ausgeprägt wie im Frühjahr und Sommer (I. und II. Termin). Hohe N-Düngung zieht besonders auffallende Abnahme der LKH-Menge in den Wurzeln nach sich und zwar vor allem im Frühjahr und Herbst.

10.3 Änderungen der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln im Laufe der Vegetationszeit

In den Abbildungen 16, 17 und 18 sind die Änderungen der LKH-Menge der einzelnen Arten bei Nutzung im Blatt- und Halmstadium graphisch dargestellt. Sie lassen trotz gradueller Unterschiede in beiden Jahren ähnliche Tendenzen erkennen; wegen der größeren Zahl der Untersuchungen beschränkt sich die folgende Besprechung in der Hauptsache auf das 2. Jahr (1972).

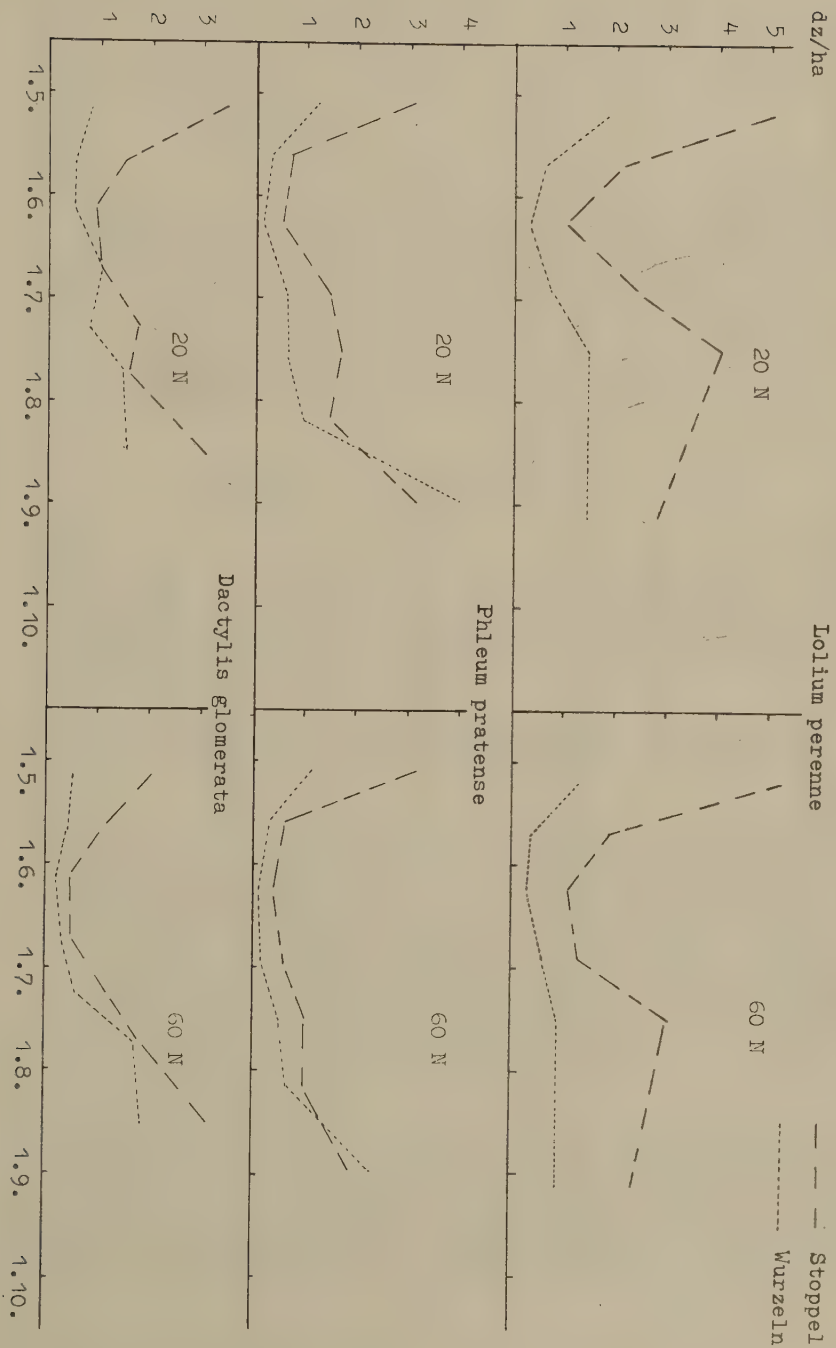
10.3.1 Blattstadium (Abb. 16 und 17)

Bei geringer N-Düngung zeigen 1972 die Schwankungen der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln der drei Arten gleichsinnigen Verlauf: Maxima im Frühjahr, Sommer und Herbst mit dazwischensliegendem Minima. Bei hoher N-Düngung ergibt sich nur für *Dactylis glom.* ein deutlich ähnlicher Kurvenverlauf wie bei geringer N-Düngung, wenn auch auf erheblich niedrigerem Niveau. Bei beiden Düngungsstufen nahm die LKH-Menge im Herbst stark zu und erreichte die Höchstwerte der Vegetationsperiode. Im Durchschnitt enthielten die Stoppel und Wurzeln von *Dactylis glom.* folgende RKH-Menge:

	20 N	60 N
Stoppel	1.5	0.7
Wurzeln	2.0	0.9

Bei *Phleum prat.* verringerte die hohe N-Düngung den Umfang der LKH-Einlagerung in Stoppeln und Wurzeln drastisch. Die Kurven weisen bei sehr niedrigem Niveau nur geringe Schwankungen im Laufe der Vegetationszeit auf. Dabei ist die Überhöhung der Werte durch den schon erwähnten methodischen Fehler (Seite 60) zu berücksichtigen. Die Zunahme der LKH-Menge im Herbst macht sich abgeschwächt auch bei hoher N-Düngung bemerkbar, und zwar in beiden Jahren. Das Maximum im Frühjahr bei hoher N-Düngung, das im Jahre 1971 deutlich ausgeprägt war, fehlte dagegen im Jahre 1972. Im Durchschnitt der Nutzungen beträgt die LKH-Menge (dz/ha) bei *Phleum prat.*:

LKH-Menge (dz/ha) in Stoppel und Wurzeln bei Nutzung im Blattstadium 1971

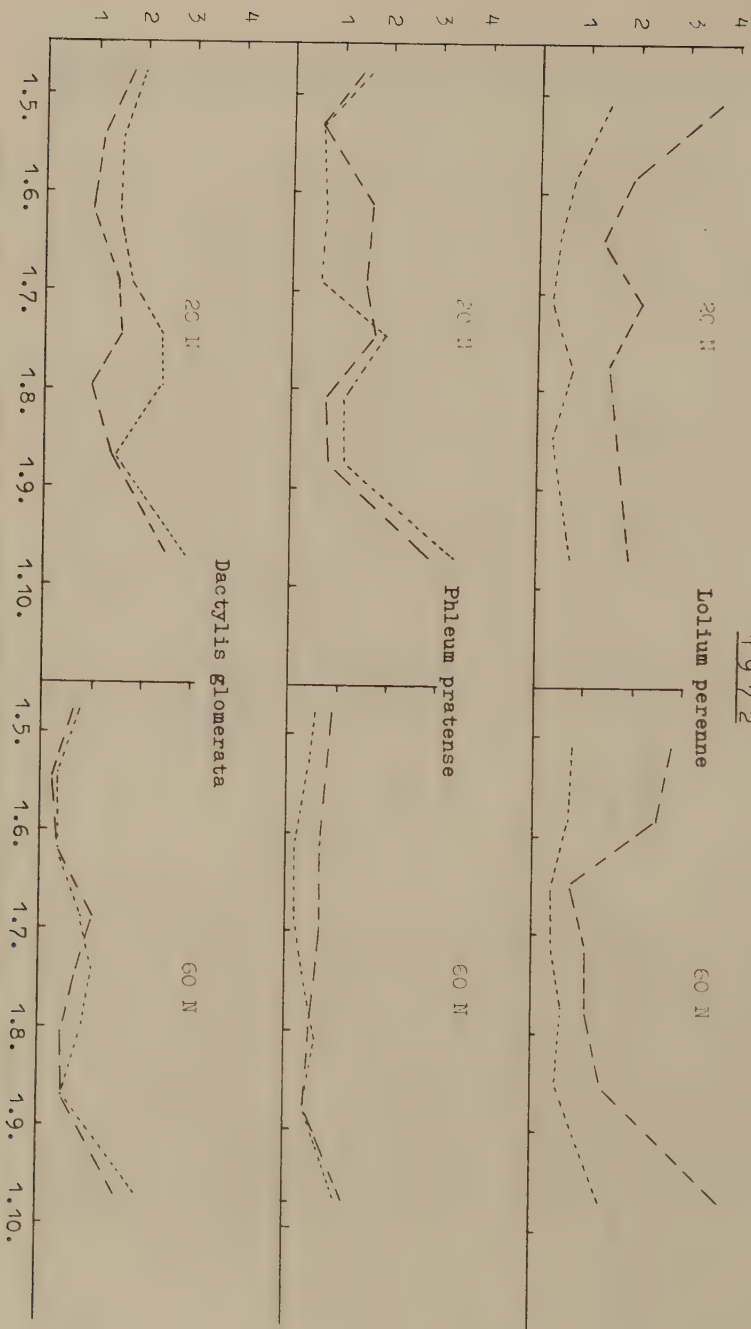


LKH-Menge (dz/ha) in Stoppel und Wurzeln bei Nutzung im Blattstadium

dz/ha

1972

--- Stoppel
- - - Wurzeln



	20 N	60 N
Stoppel	1.4	0.7
Wurzeln	1.4	0.5

Bei *Lolium per.* verursachte die hohe N-Düngung starkes Absinken der LKH-Menge in der Stoppel während des Sommers. Das Sommermaximum, das bei geringer N-Düngung eintrat, fehlt bei hoher N-Düngung ganz. Während aber bei geringer N-Düngung die LKH-Menge im Herbst nur unwesentlich zunahm, stieg sie bei hoher N-Düngung in dieser Zeit so stark an, daß die Durchschnittswerte der beiden N-Stufen sich ähneln:

	20 N	60 N
Stoppel	2.0	1.9
Wurzeln	0.6	0.7

Die LKH-Menge in den Wurzeln von *Lolium* war bei geringer wie bei hoher N-Düngung niedrig. Die Tendenz der schwachen Änderungen im Laufe der Vegetationszeit folgt den Schwankungen der LKH-Menge in der Stoppel.

Die Artunterschiede im Hinblick auf den Ort der Speicherung drücken sich auch in der LKH-Menge aus:

Lolium per. speichert generell stärker in der Stoppel als in den Wurzeln. *Phleum* lagert bis zum Spätsommer bedeutend mehr LKH in der Stoppel ein und zieht dann im Herbst stärker die Wurzel zur Speicherung heran. *Dactylis glom.* weist im Gegensatz zu diesen beiden Arten während der ganzen Vegetationsperiode größere LKH-Mengen in den Wurzeln als in der Stoppel auf. Die Höhe der N-Düngung bewirkt keine grundsätzliche Änderung dieser Arteigentümlichkeiten.

10.3.2 Halmstadium (Abb. 18)

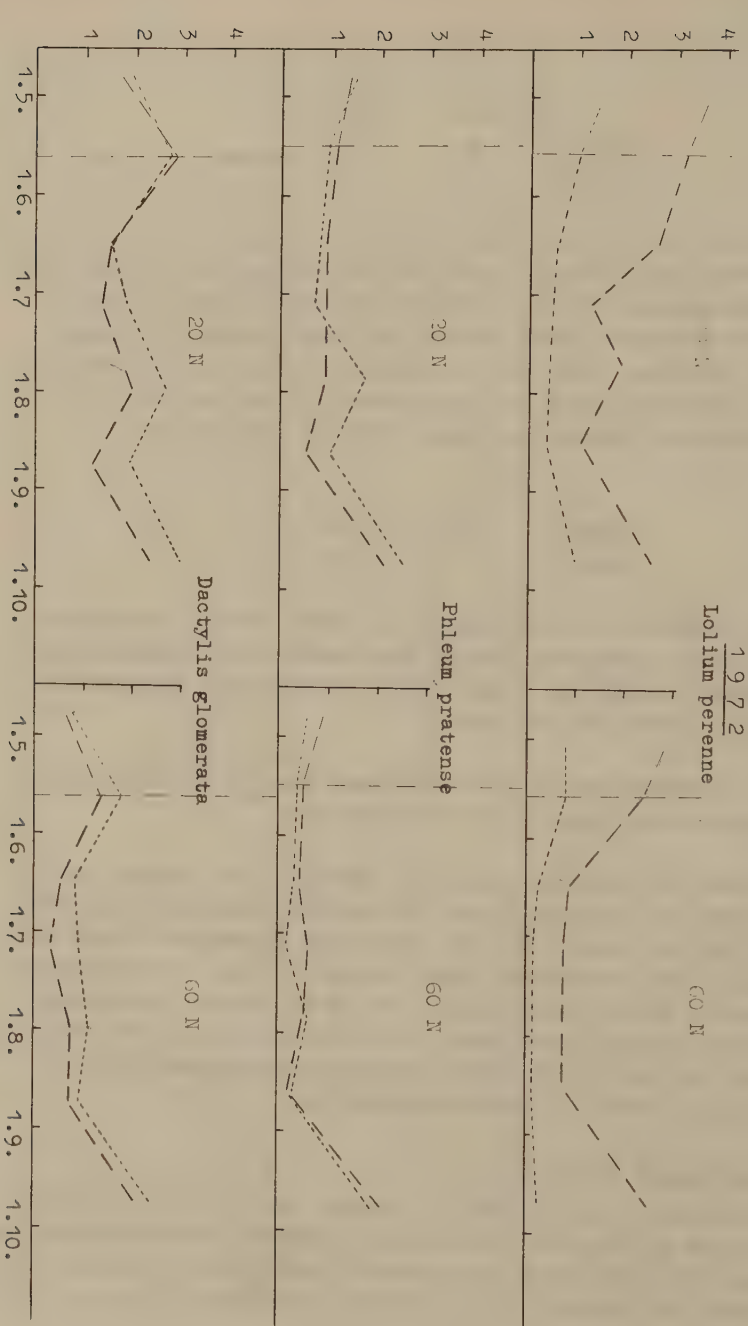
Wegen der witterungsbedingt geringen Zahl der Untersuchungstermine (4 Schnitte) können die Ergebnisse dieser Variante aus dem Jahre 1971 nicht zum Vergleich herangezogen werden; deshalb werden im folgenden nur die Befunde des Jahres 1972 besprochen:

Abb. 18

1KH-Menge (dz/ha) in Stoppel und Wurzeln bei Nutzung im Halmstadium

dz/ha

— — — — — Stoppel
..... Wurzeln



In Abb. 18 sind die Schwankungen der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln graphisch dargestellt. Ergänzend sind die entsprechenden Werte von der 1. Nutzung im Blattstadium angefügt, weil sie sich als vorausgehende Werte zuordnen lassen.

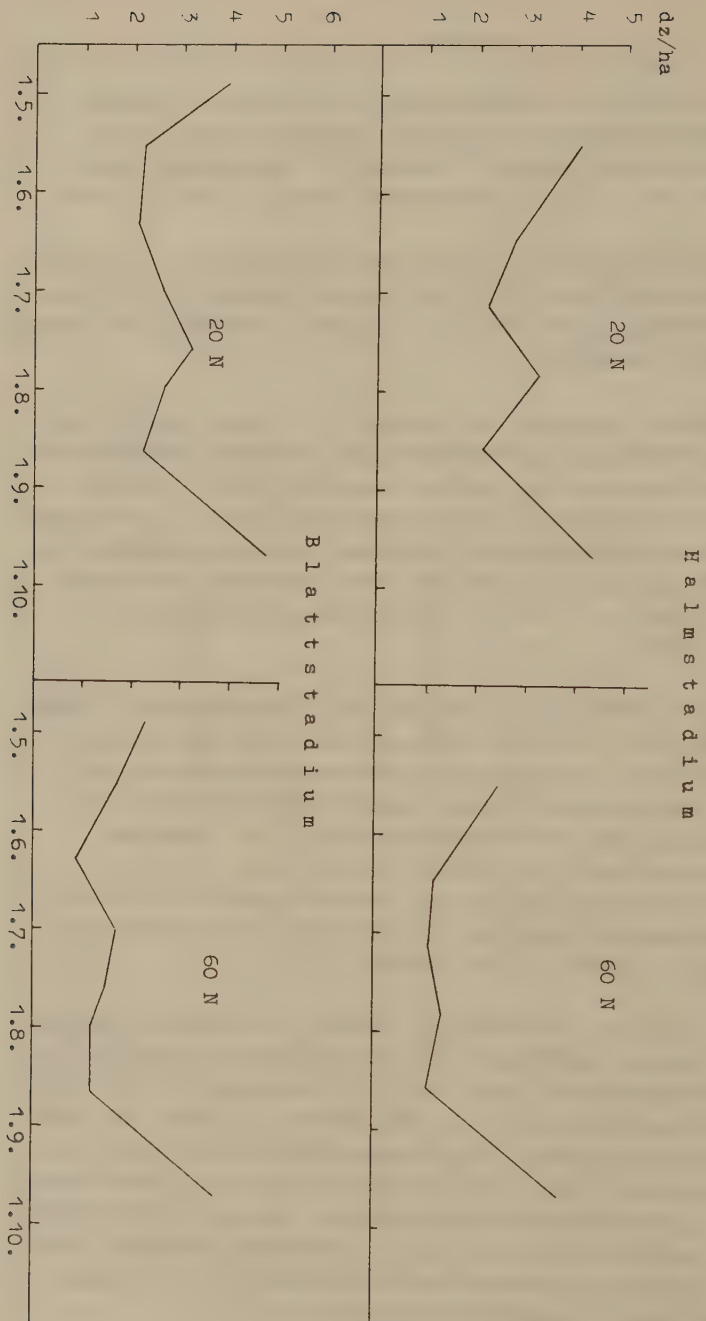
Die Schwankungen stimmen in der Tendenz mit denen bei Nutzung im Blattstadium (Abb. 16) so weitgehend überein, daß ausführliche Erörterung sich erübrigt. Folgende bedeutsame Abweichungen sind aber zu beachten:

Die LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln von *Phleum prat.* steigt bei hoher N-Düngung im Unterschied zur Variante "Blattstadium" im Herbst stark an. Wie erwähnt waren nach der 1. Nutzung starke Pflanzenverluste eingetreten (Seite 65 ff.). Die starke Speicherung im Herbst weist, auch wenn man die methodisch bedingte Überhöhung der Werte bei dieser Variante in Rechnung stellt, darauf hin, daß die verbliebenen Pflanzen sich gekräftigt haben.

Wenn man die Werte der 1. Nutzung von Blattstadium mit einbezieht, fällt auf, daß die LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln bei *Lolium per.* und *Phleum prat.* während des Schossens ab- und bei *Dactylis glom.* jedoch zunahm. Offensichtlich hatte also *Dactylis* die LKH-Einlagerung während des Schossens nicht unterbrochen, und verfügt infolgedessen nach der 1. Nutzung im Halmstadium über eine relativ große Reservestoffmenge. Extrem gering war zu diesem Zeitpunkt die LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln von *Phleum*.

In Abb. 19 sind die LKH-Mengen (Stoppel und Wurzel) im Mittel der drei Arten - errechnet nach dem gleichen Verfahren wie bei den Aufwuchsgehalten (Seite 71 ff.) - wiedergegeben. Es zeigt sich noch deutlicher, daß die Schwankungen im Laufe der Vegetationszeit bei Nutzung im Halm- und Blattstadium im wesentlichen den gleichen Tendenzen folgen und ihrerseits den Schwankungen der Aufwuchsgehalte gleichsinnig verlaufen. Mit anderen Worten: Auch die Änderungen in der LKH-Menge in Stoppel und Wurzeln sind grundlegend von der Jahreszeit, d.h. vom physiologischen Entwicklungsrhythmus bestimmt.

Schwankungen der RKH-Menge (dz/ha) während der Vegetationszeit im Mittel der drei Arten (1972)



Ein Vergleich der Arten muß wegen der artspezifisch verschiedenen Lokalisation der Speicherung von der Gesamtmenge der LKH in Stoppel und Wurzeln ausgehen. Diese Gesamtmenge wird im folgenden als RKH-Menge (Reservekohlenhydrate) bezeichnet. in Abb. 20 und 21 sind die Schwankungen der RKH im Laufe der Vegetationszeit bei Nutzung im Halm- und Blattstadium für die einzelnen Arten graphisch dargestellt. Aus den Abbildungen geht hervor:

Dactylis glom. verfügt bei der 1. Nutzung im Halmstadium über bedeutend höhere RKH-Mengen als bei Nutzung im Blattstadium. Bis zur 2. Nutzung nimmt die RKH-Menge dann zwar sehr stark bis annähernd zum Niveau von "Blattstadium" ab, bleibt dann aber während der weiteren Vegetationszeit etwa so groß oder größer als bei Menge von "Blattstadium". Hohe N-Düngung verringert ohne Änderung dieser Tendenz die RKH-Menge bedeutend, aber nicht so stark, daß extrem niedrige Werte erreicht werden. Am ehesten trifft dies noch für die Nutzung im Blattstadium zu.

Die RKH-Menge von Phleum prat. war abgesehen vom letzten Untersuchungstermin im Herbst stets erheblich geringer als die von Dactylis. Bei Nutzung im Halmstadium war sie wiederum durchweg niedriger als bei Nutzung im Blattstadium. Bei geringer N-Düngung nahm aber die RKH-Menge der beiden Nutzungsvarianten während der Vegetationsperiode zeitweise beträchtlich, und im Herbst sehr stark zu. Bei hoher N-Düngung liegen die Ausgangswerte beider Nutzungsvarianten sehr niedrig; die RKH-Menge blieb dann bis zum Herbst gering und auch der Anstieg beim letzten Untersuchungstermin ist, absolut gesehen, schwächer als bei geringer N-Düngung. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die Werte der Variante "Halmstadium, 60 N" wegen des schon erwähnten methodischen Fehlers mit Sicherheit überhöht sind.

Bei Lolium per. unterscheidet sich bei geringer N-Düngung die RKH-Menge der Nutzungsvarianten im ganzen wenig. Nur im I. Vegetationsabschnitt ist sie bei "Halmstadium" deutlich größer als bei "Blattstadium". In der Größenordnung kommt sie den vergleichbaren Varianten von Phleum nahe. Bei hoher N-Düngung sind die RKH-Mengen der beiden Nutzungsvarianten im

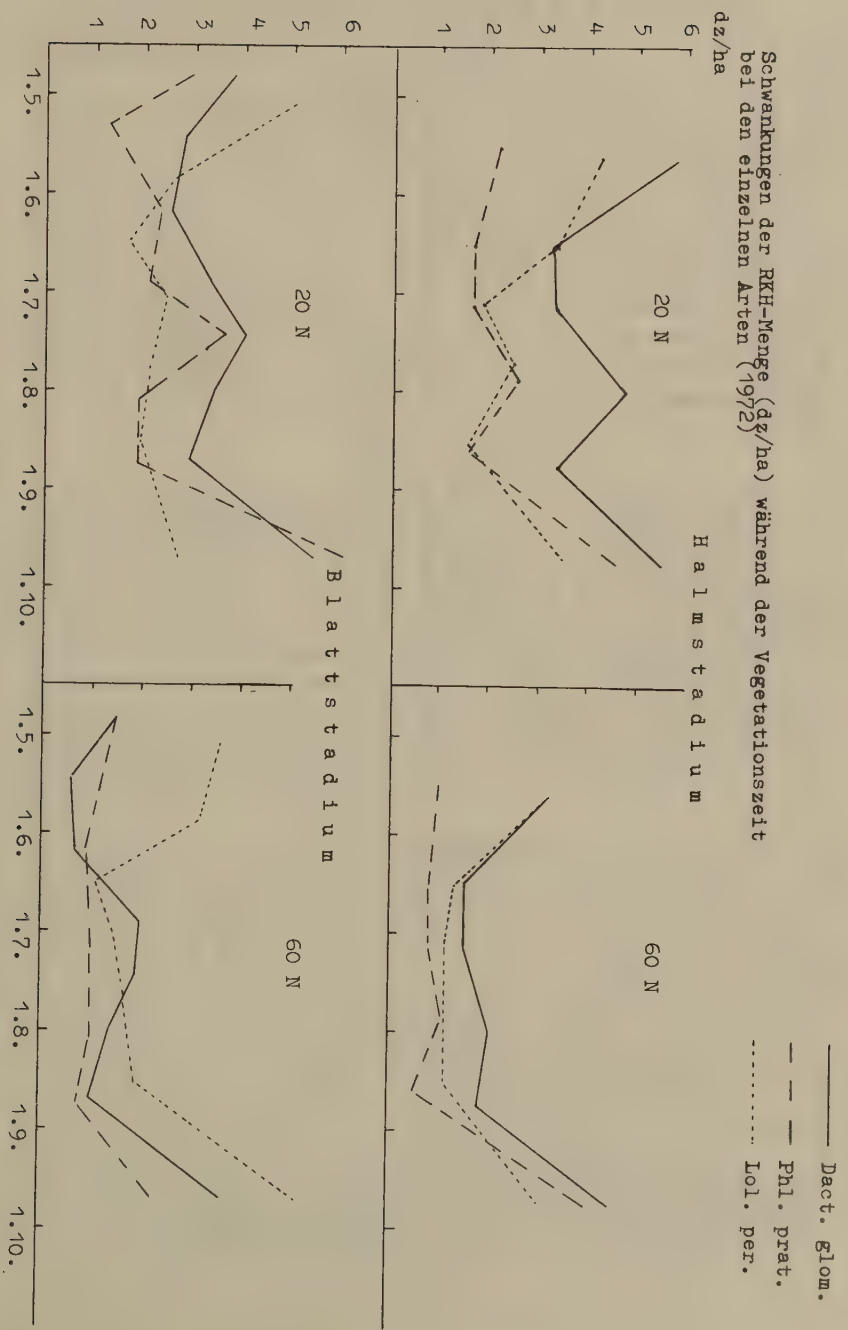
ersten Teil der Vegetationsperiode gleich groß und größer als bei *Dactylis*. Sie nehmen übereinstimmend von der 1. bis zur 2. bzw. 3. Nutzung stark ab. Von da an nimmt aber die RKH-Menge bei Nutzung im Blattstadium zu, während sie bei "Halmstadium" bis zum Herbst auf dem sehr niedrigen Niveau konstant bleibt und erst beim letzten Untersuchungstermin stark, aber nicht so stark wie bei "Blattstadium" ansteigt. Der Unterschied zwischen den Düngungsstufen drückt sich auch in den Durchschnittswerten deutlich aus:

	20 N	60 N
Blattstadium	2.6	2.6
Halmstadium	2.8	1.8

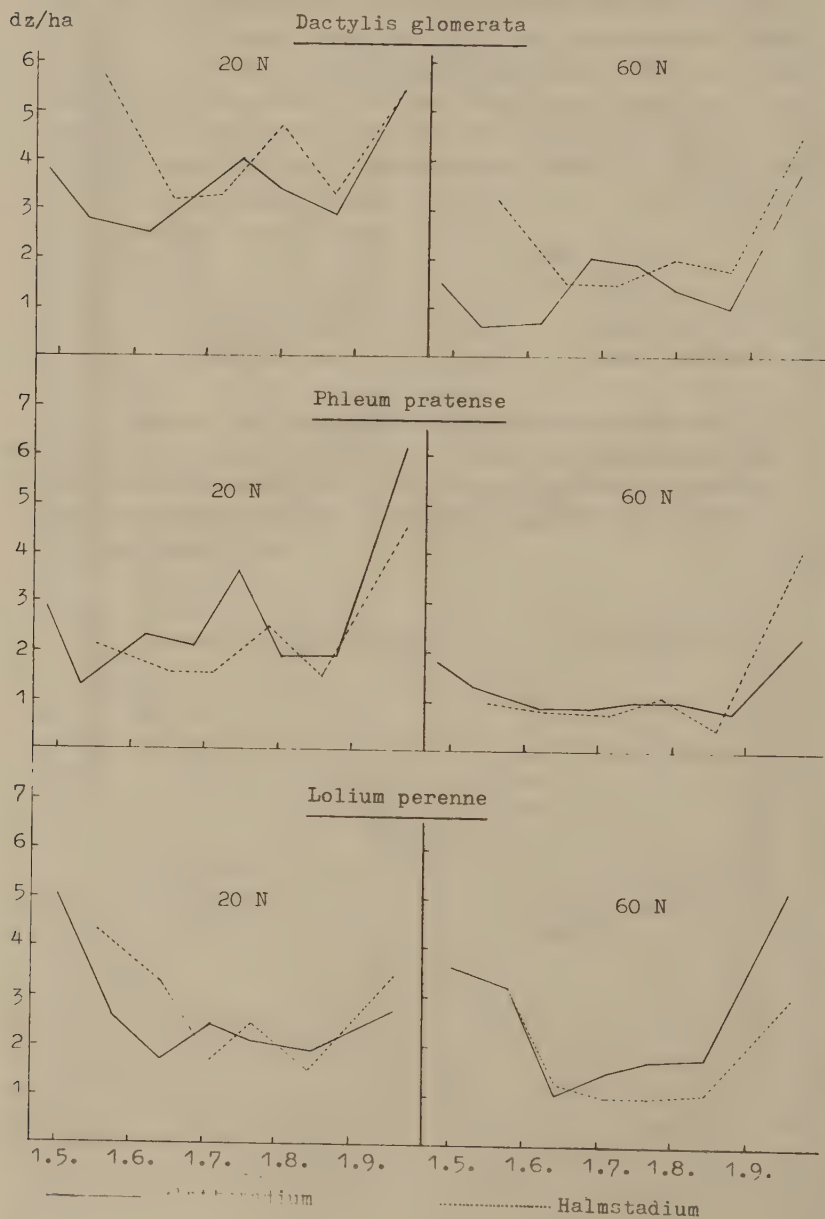
Kurz, Nutzung im Halmstadium wirkte sich auf RKH-Menge im Vergleich mit der Wirkung der Nutzung im Blattstadium bei *Dactylis glom.* positiv, bei *Phleum prat.* negativ und bei *Lolium per.* bei geringer N-Düngung nicht und bei hoher N-Düngung negativ aus.

Abb. 20

Schwankungen der RKH-Menge (d_z/ha) während der Vegetationszeit bei den einzelnen Arten (1972)



Schwankungen der RKH-Menge im Laufe der Vegetationszeit
bei Nutzung im Halm- und Blattstadium (1972)



11. RKH-Menge und Ertrag

Von der Fragestellung her wurde bei der vorliegenden Untersuchung der Einfluß der RKH-Menge auf den Wiederaustrieb nicht untersucht. Er ist auch in zahlreichen Arbeiten behandelt und bestätigt worden (siehe die Literaturübersicht Seite 4 ff.). Die Wirkung der RKH auf den Ertrag wurde dagegen durch die Versuchsanstellung erfaßt. Kriterium muß in diesem Zusammenhang nicht der RKH-Gehalt, sondern die RKH-Menge sein, weil für den Bedarf der Pflanzen, wie auch MAY in seinem viel beachteten Bericht festgestellt hat, die verfügbare RKH-Menge entscheidend ist. Die folgenden Ausführungen gehen deshalb von der RKH-Menge aus.

In den Abbildungen 22, 23 und 24 werden die Aufwuchserträge den zugehörigen RKH-Mengen gegenübergestellt. Dabei sind die RKH-Mengen jeweils zwischen zwei Aufwuchserträgen angeordnet, weil die RKH einerseits vom voranstehenden Aufwuchs produziert wurden, andererseits aber dem folgenden Aufwuchs zur Verfügung standen. Die Darstellung beschränkt sich auf die Befunde des 2. Jahres (1972), weil bei im wesentlichen übereinstimmenden Tendenzen im 1. Jahr wegen der geringen Nutzungshäufigkeit die Zahl der Untersuchungen geringer war. Für das 2. Jahr sind die Befunde sämtlicher Versuchsvarianten je Art wiedergegeben.

Wie gesagt, hat die Beziehung zwischen der RKH-Menge und Ertrag zwei Aspekte. Aus den Abbildungen geht einmal hervor, daß zwischen Aufwuchsmenge und gespeicherter RKH-Menge keine feste Beziehung besteht. Phleum prat. brachte z.B. bei der 1. Nutzung der Variante "Halmstadium, 60 N" den hohen Ertrag von 43,5 dz/ha Trm. Dieser Aufwuchsmenge ordnen sich aber nur 0,95 dz/ha RKH in Stoppel und Wurzeln zu. Dem gegenüber wurde bei der letzten Nutzung der Variante "Blattstadium, 20 N" ein Ertrag von nur 6,16 dz/ha Trm. in Verbindung mit 6,06 dz/ha RKH gefunden. Ähnliche Divergenzen finden sich bei der Variante "Halmstadium, 20 N" von Dactylis bei der 2. und 3. Nutzung und ebenso in vielen anderen Fällen. Die Abbildungen zeigen zum anderen, daß auch keine eindeutige Beziehung zwischen der RKH-Menge bei der

Nutzung und dem nachfolgenden Ertrag besteht. So verfügt z.B. *Dactylis* bei der Variante "Halmstadium, 20 N" zum Zeitpunkt des 2. Schnittes über 3,2 dz/ha RKH bei einem anschließenden Ertrag des 3. Schnittes von 7,7 dz/ha Trm. Zu diesem Nutzungs-termin waren ebenfalls 3,3 dz/ha RKH vorhanden; der 4. Schnitt brachte jedoch mit 15 dz/ha Trm. einen fast doppelt so hohen Ertrag. Den 4,7 dz/ha RKH bei dieser Nutzung ordnet sich dann wieder ein Ertrag von nur 7,3 dz/ha Trm. beim 5. Schnitt zu.

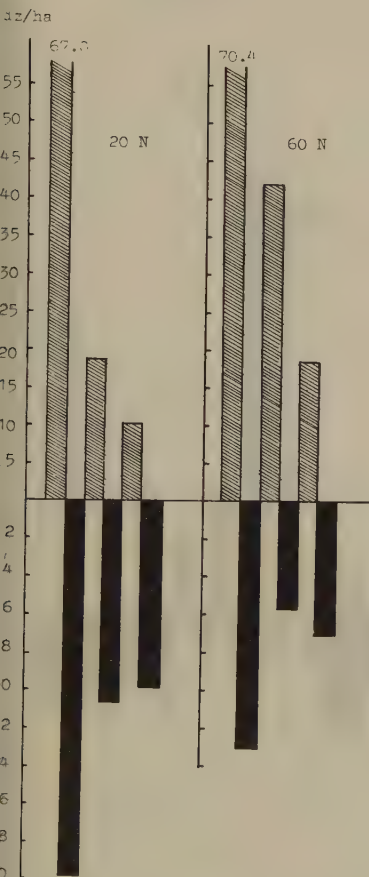
Solche Beispiele für das Fehlen einer positiven Beziehung zwischen RKH-Menge und Ertrag sind den Abbildungen mehrfach zu entnehmen. An anderen Beispielen läßt sich aber eine negative Beziehung nachweisen: Wenn die RKH-Menge extrem absinkt, wirkt sie offensichtlich als ertragsbegrenzender Faktor. So zieht die sehr geringe RKH-Menge bei der Variante "Halmstadium, 60 N" von *Phleum* nach dem hohen Ertrag der 1. Nutzung geringe Erträge und RKH-Mengen bei den folgenden Nutzungen nach sich. Die ertragsbegrenzende Wirkung wird besonders deutlich, wenn man die N-Düngungsstufen vergleicht: Hohe N-Düngung, von der Ertragssteigerung zu erwarten wäre, brachte hier niedrigere Erträge als geringe N-Düngung. Die Wirkung - Ausbleiben der Ertragssteigerung oder sogar Ertragsminderung durch hohe N-Düngung bei sehr geringer RKH-Menge - zeigt sich ebenso bei *Phleum* "Blattstadium" 4. - 8. Nutzung, *Dactylis* "Blattstadium" 3. Nutzung und *Lolium* "Halmstadium" 2. - 5. Nutzung.

Absinken der RKH-Menge unter einen Minimalwert zieht also offensichtlich Schädigungen der Pflanzen nach sich, die sich in verringelter Ertragsfähigkeit und im schlimmsten Fall in Pflanzenverlusten äußert. Bei der hier angewendeten Methodik, mit der die Wurzeln nicht vollständig erfaßt wurden, ergibt sich als Schwellenwert etwa 1 dz/ha RKH. Die tatsächliche Minimalmenge ist aber zweifellos höher anzusetzen. Ohnehin müßte eine genaue Fixierung von der RKH-Menge der Einzelpflanze, die sich im Feldversuch nicht exakt ermitteln läßt (BAKER 1957 a,b; WEINMANN 1948 b, MAY) ausgehen.

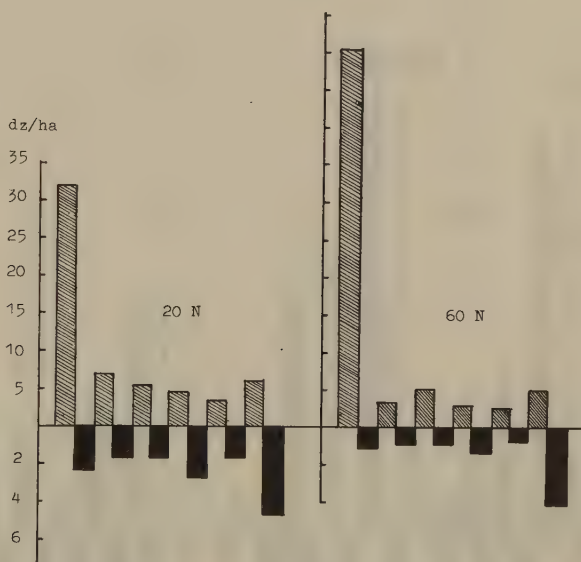
Aufwuchserträge (dz/ha Trm.) und RKH-Menge (dz/ha) 1972

P H L E U M P R A T E N S E

Blühstadium



Halmstadium



Blattstadium

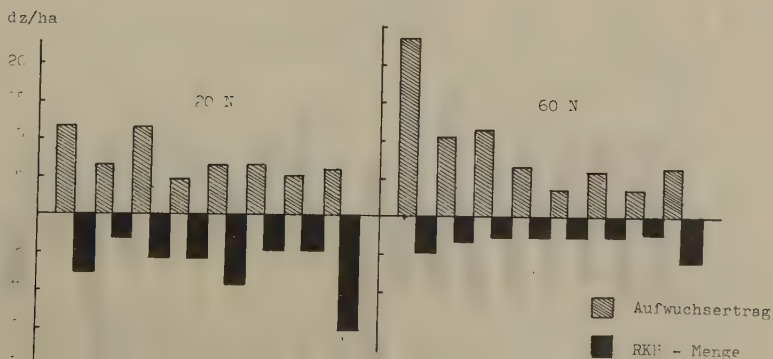
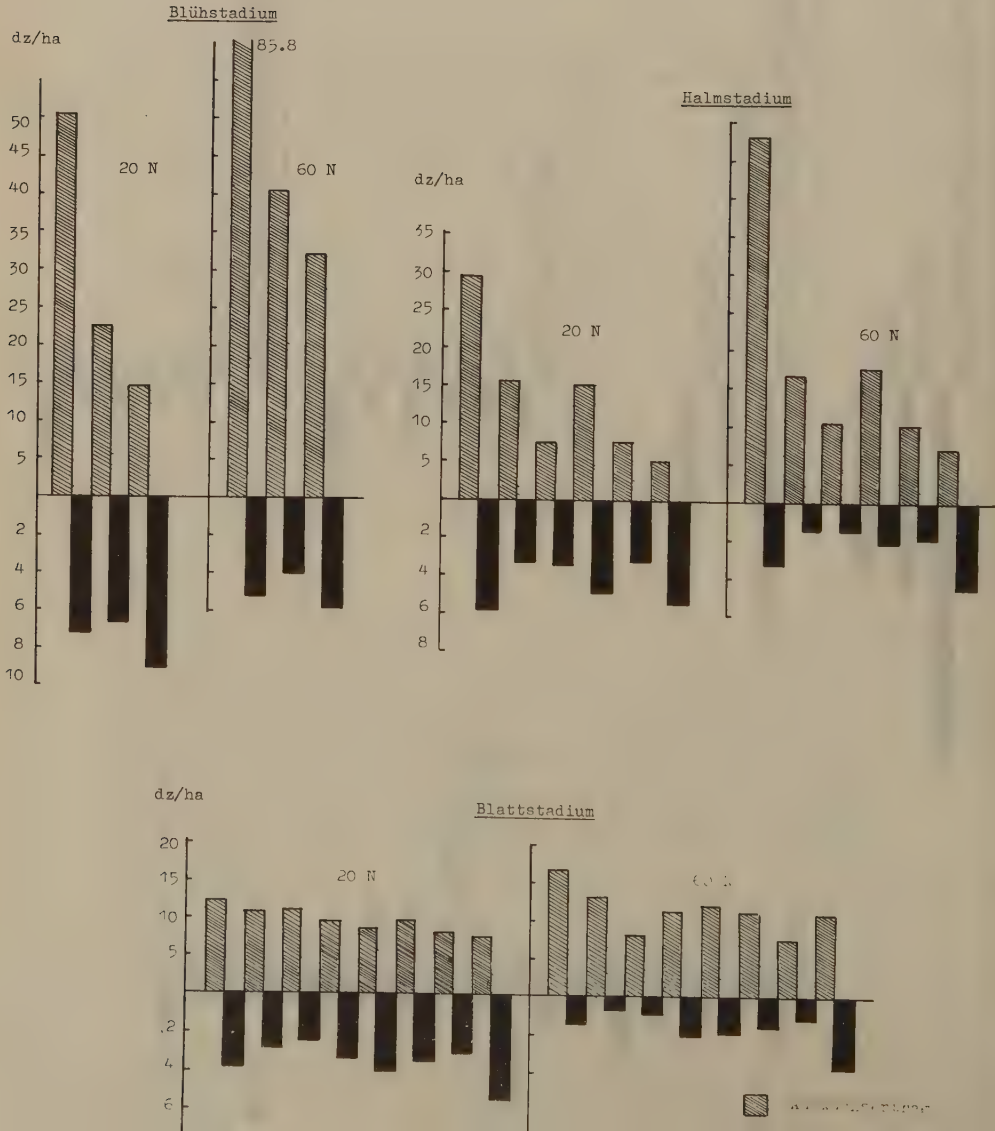


Abb. 23

Aufwuchserträge (dz/ha Trm.) und RKH-Menge (dz/ha) 1972

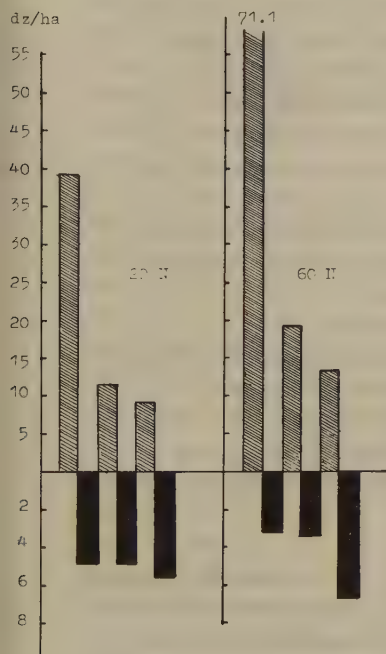
DACTYLIS GLOMERATA



Aufwuchserträge (dz/ha Trm.) und RKH-Menge (dz/ha) 1972

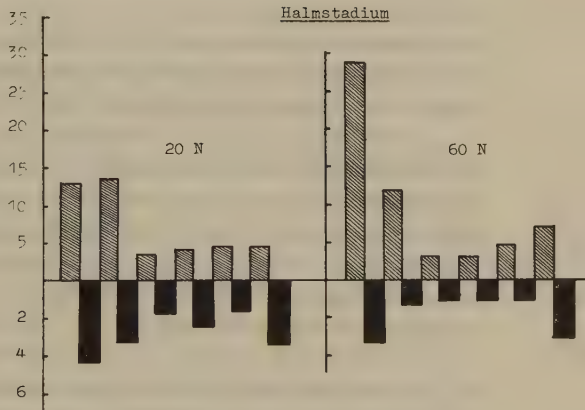
LOLIUM PERENNE

Blühstadium



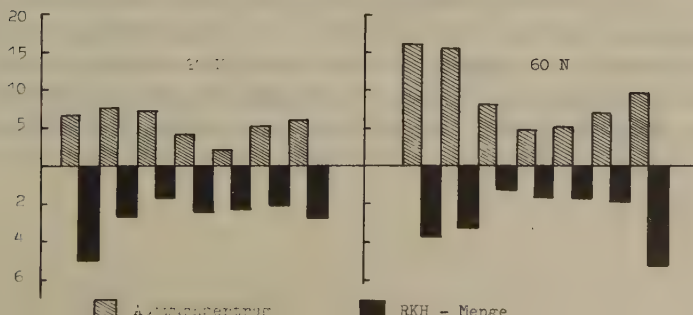
dz/ha

Halmstadium



dz/ha

Blattstadium



■ Aufwuchserträge

■ RKH - Menge

Minimale RKH-Mengen werden umso eher erreicht, je stärker die Speicherungsmöglichkeit eingeschränkt wird, und wie gezeigt, wird bei intensiver Nutzung und N-Düngung die Reservebildung durch mehrere Ursachen verringert.

Die vermehrte Nutzungshäufigkeit schränkt die Assimilationsdauer ein und führt zu erhöhtem Bedarf an Reservestoffen für den Wiederaustrieb nach der Nutzung. Hohe N-Düngung schränkt durch die Anregung der Substanzbildung die Verfügbarkeit von Assimilaten für die Reservebildung ein. Diese Bewirtschaftungsmaßnahmen bewirken also zwangsläufig einen starken Rückgang der Reservestoffmenge. Unabhängig von der Bewirtschaftung unterliegt aber die Reservebildung der Gräser, wie schon dargelegt (Seite 71 ff.) jahreszeitlichen Schwankungen. Es leuchtet ein, daß die genannten Auswirkungen der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Reservestoffhaushalt durch diese Schwankungen verstärkt oder abgeschwächt werden können. In diesem Zusammenhang wirkt sich auch die Verschiedenheit des Speicherungsverlaufes der einzelnen Arten entscheidend aus.

Die Änderung der RKH-Menge bis zur Blüte bei ungestörtem Wuchs ergibt sich aus den Befunden der Untersuchungen bei der 1. Nutzung im Blatt-, Halm- und Blühstadium. In Abb. 25 und 26 ist auf diese Weise für die drei Arten der Speicherungsverlauf bei ungestörtem Wuchs und die durch die Nutzung verursachte Abweichung dargestellt.

Aus der Darstellung geht zunächst hervor, daß die RKH-Speicherung bei den einzelnen Arten verschieden stark und zu verschiedener Zeit erfolgt. Man kann unterstellen, daß bei allen Arten vom Vegetationsbeginn bis zur 1. Nutzung im Blattstadium der im Winter mehr oder weniger ausgeschöpfte RKH-Vorrat wieder vergrößert worden ist.

Bei *Phleum prat.* weist die relativ geringe RKH-Menge zu diesem Zeitpunkt auf mäßigen Umfang dieser frühen Speicherung. Bis zur 1. Nutzung im Halmstadium sinkt dann die RKH-Menge etwas ab und erst dann setzt bis zur 1. Nutzung im Blühstadium sehr starke Speicherung ein, die übrigens fast ausschließlich in

Haplocorm stattfindet, das in dieser Zeit ausgebildet wird.

Bei *Dactylis glom.* fand sich zur Zeit der 1. Nutzung im Blattstadium eine größere RKH-Menge und in der Folgezeit bis zur Blüte nahm der Reservevorrat stetig zu, ohne allerdings endgültig die Menge des Vorrates von Phleum zu erreichen.

Lolium per. verfügt bei der 1. Nutzung im Blattstadium über eine größere RKH-Menge; in der vorangehenden Zeit vegetativer Entwicklung muß demnach diese Art relativ stark gespeichert haben. In der folgenden Zeit bis zur Blüte verändert sich die RKH-Menge dann aber kaum noch, eine weitere Speicherungsphase fehlt also.

Der Eingriff der Nutzung in der Entwicklung bewirkt ein mehr oder weniger starkes Absinken der RKH-Menge (eine Ausnahme bildet lediglich die 1. Nutzung der Variante "Blattstadium, 60 N" von *Lolium perenne*, möglicherweise in Folge stärkerer Assimilation durch größere Blattfläche bei hoher N-Düngung). Die Größe der verbleibenden RKH-Menge hängt dann aber von der Größe des Vorrates zur Zeit der Nutzung ab.

Phleum besitzt infolgedessen nach Nutzung im Blatt- und Halmstadium nur geringeren RKH-Vorrat als die beiden anderen Arten, und bei *Dactylis* liegt er nach Nutzung im Halmstadium höher als nach Nutzung im Blattstadium. Nur bei *Lolium* besteht diese Beziehung nicht, in dem vor allem bei hoher N-Düngung die RKH-Menge nach der Nutzung so stark absinkt, daß trotz des hohen Ausgangsniveaus ähnlich niedrige Werte wie bei den anderen Arten erreicht werden.

Hohe N-Düngung senkt bei allen Arten das Niveau der RKH-Speicherung, ohne den grundlegenden Trend des Speicherungsverlaufes zu ändern. Aus allem ergibt sich, daß die Größe des Reservevorrates maßgeblich davon abhängt, in welcher Phase des artspezifischen Speicherungsrythmus die Nutzung vorgenommen wird. Bei *Lolium per.* und *Dactylis glom.* als Arten, die schon früh Reserve einlagern, sinkt bei früher Nutzung

Änderung der RKM-Menge bis zur Blüte bei ungestörtem Wuchs und Abnahme der Menge durch Nutzung im Halm- und Blattstadium (1972)

dz/ha

" 20 N "

— ungestörter Wuchs
 - - - - - Nutzung im Halmst.
 Nutzung im Blattst.

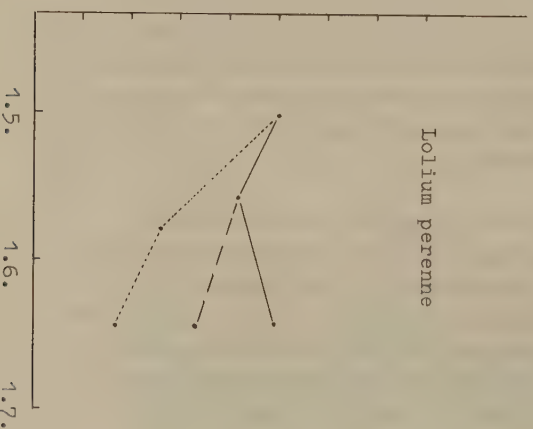
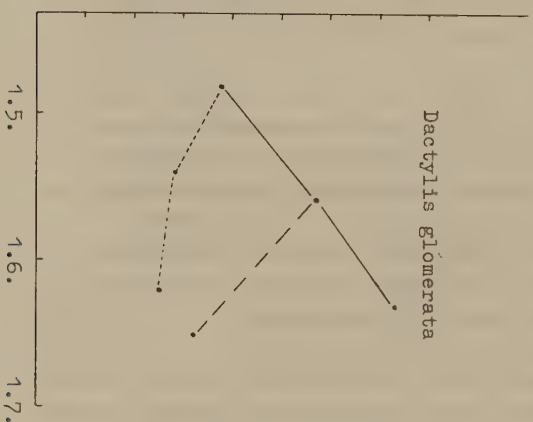
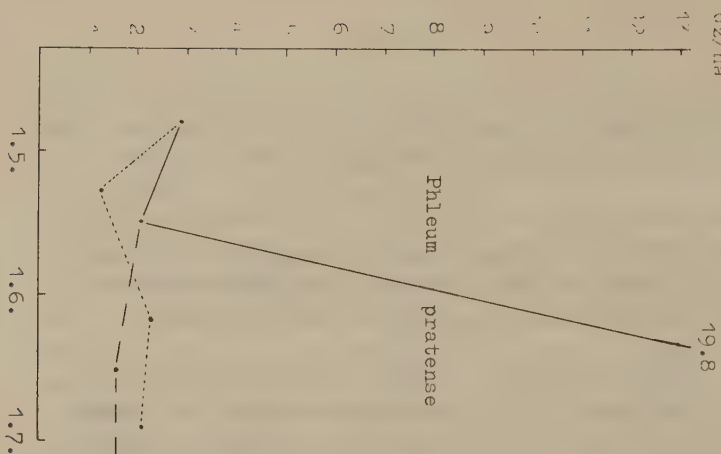
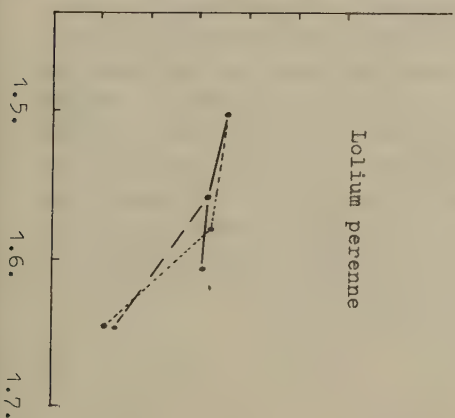
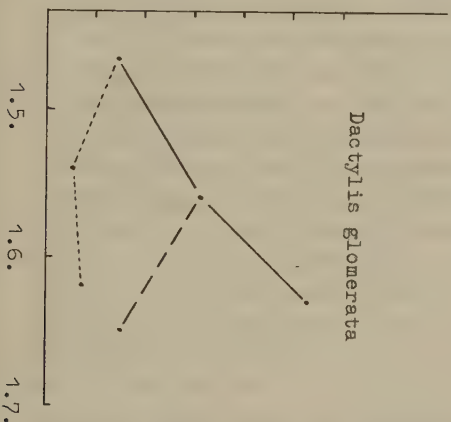
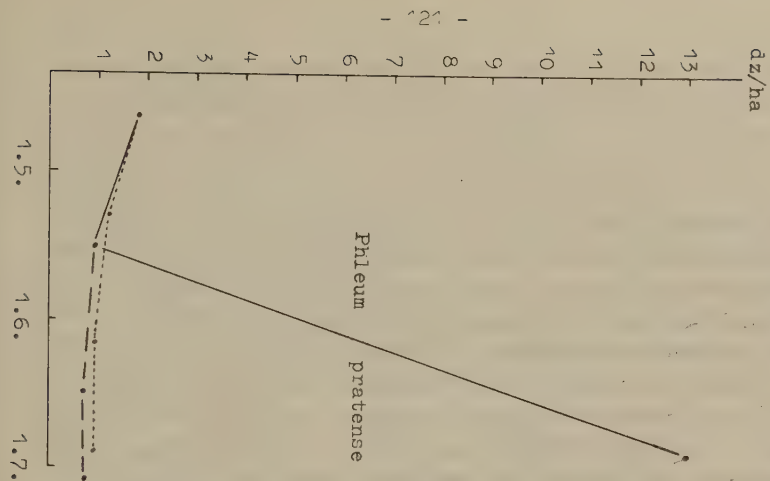


Abb. 26

Änderung der RKH-Menge bis zur Blüte bei ungestörtem Wuchs und Abnahme der Menge durch Nutzung im Halm- und Blattstadium (1972)

" 60 N "

— ungestörter Wuchs
 - - - - - Nutzung im Halmst.
 Nutzung im Blattst.



die RKH-Menge nicht so tief ab wie bei Phleum als einer Art mit spät einsetzender Speicherung. Dactylis verfügt noch im Halmstadium über relativ große RKH-Menge, weil in dieser Phase die Speicherung stark eingesetzt hat.

Zusammengefaßt läßt sich aus diesen Befunden ableiten, daß Ertragsfähigkeit und Ausdauer beeinträchtigt werden, wenn die Reservestoffmenge unter eine bestimmte Grenze absinkt. Ausschlaggebend ist wahrscheinlich der Erhaltungsbedarf der Wurzeln. Extremes Absinken wird offensichtlich am ehesten bei Zusammenwirken mehrerer, die Reservebildung einschränkender Faktoren, häufige Nutzung, ungünstiger Nutzungstermin, Anregung der oberirdischen Substanzbildung durch hohe N-Düngung und entsprechende Witterungsbedingungen (HARRISON u. DEXTER, GRABER et al, WEINMANN), verursacht. Die Gefahr des Erreichens dieser kritischen Grenze ist je nach dem artspezifischen Speicherungsrhythmus verschieden groß. Entscheidende Bedeutung kommt dabei der Nutzung im Frühjahr zu: Je später die Speicherungsphase einsetzt, umso empfindlicher reagiert die Art auf frühe und häufige Nutzung. Variierend wirkt sich weiter die arteigentümliche Stärke der Speicherung, die Assimilationsfähigkeit der Stoppel und der Umfang der Speicherung in den Wurzeln aus.

12. D i s k u s s i o n

Die Speicherung von Kohlenhydraten spielt im Leben der Pflanze eine wichtige und sehr vielfältige Rolle. Die Definition des Begriffes kann dementsprechend weit oder enger gefaßt werden. Nach H. WEBER bedeutet "Speicherung in engerem Sinne eine Ablagerung der Stoffe an meist 'sekundärer' Stätte, die nach einer Ruheperiode wieder mobilisiert werden können, um dann Wachstumsprozessen zugute zu kommen, die 'zur Bildung von etwas Neuem führen oder zur endgültigen Formung und Fertigstellung von etwas bereits Angelegtem' (NETOLITZKY)". Bei den ausdauernden Gräsern findet derartige Speicherung in Stoppel und Wurzeln statt; auf die zahlreichen Literaturangaben dazu wurde bei der Literaturbesprechung (Seite 4 ff.) schon näher eingegangen. Als Reservestoffe dienen den Gräsern im gemäßigten Klima in der Hauptsache lösliche Kohlenhydrate (Fructosane), d.h. also nicht, wie z.B. Stärke, Fett, Eiweiß, langfristig festgelegte, sondern leicht mobilisier- und verfügbare Stoffe (ALBERDA 1966, BOMMER et al, GRABER et al, MC ILROY, WEINMANN).

Welchen Zwecken die Reservespeicherung dient, ist im einzelnen nicht vollständig geklärt. Selbstverständlich und unbestritten ist, daß der Energiebedarf für die Lebenserhaltung während der Überwinterung mindestens größtenteils aus Reserven bestritten werden muß, und dies ebenso für die erste Zeit nach der Nutzung, die mehr oder weniger vollständig die Assimilation unterbricht, zutrifft. Unentbehrlich sind Reservestoffe ferner für die Einleitung der oberirdischen Substanzbildung beim Wiederaustrieb nach der Nutzung. Nach mehrfacher Feststellung (ALBERDA, BRAUN/BLASER / BRYANT, POZO, SMITH DALE, SULLIVAN u. SPRAGUE 1953, WARD u. BLASER, WEITE u. BOYD 1943) beschränkt sich der Einsatz von Reserven für diesen Zweck auf relativ kurze Zeit. Wenn "funktionsfähige Blätter vorhanden sind, wird der Baustoff- und Energiebedarf mehr oder minder aus der Assimilation bestritten" (KLAPP 1971).

Außerdem wird angenommen, daß Reserven für oberirdische Substanzbildung bei raschem Wachstum eingesetzt werden, "wenn der Verbrauch der Pflanzen größer ist als der Gewinn an Assimilaten" (KLAPP 1971). Diese Annahme leitet sich aus der häufig gemachten Feststellung her, daß nach Wachstumsanregung - z.B. durch N-Düngung, Bewässerung, günstige natürliche Wachstumsbedingungen - der Reservevorrat geringer ist als bei langsam^{en} bzw. gehemmtem Wachstum (ALBERDA 1957, COLBY et al, DAVIDSON u. MILTHORPE, MAY, MC ILROY, POZO, WEINMANN, u.a.). Es lassen sich aber dafür auch andere Gründe einführen: Vermehrte Substanzbildung bedeutet vermehrte Verwendung der Assimilate für diesen Zweck. Entsprechend weniger können für die Reservebildung abgezweigt werden, so daß sich der Umfang der Speicherung verringern muß.

Bei der vorliegenden Untersuchung zeigt sich bei allen untersuchten Arten regelmäßig und eindeutig, daß hohe N-Düngung zwar zu geringem Umfang der Reservelagerung führt, aber den Rhythmus der Speicherung nicht änderte. Die auffallende Übereinstimmung des Speicherungsverlaufes bei geringer und hoher N-Düngung könnte aber nicht bestehen, wenn der witterungsbedingt verschiedenen starke Wirkungsgrad hoher N-Düngung durch den Einsatz von Reserven mitbestimmt würde. Ferner nahm im wüchsigen Frühjahr 1972 bei annähernd gleichem Ertrag bei *Dactylis* Reservestoffgehalt und -menge bis zur 1. Nutzung im Halmstadium noch beträchtlich zu, bei *Phleum* dagegen ab. Bei mutmaßlich etwa gleicher Assimilationsleistung und ähnlich intensivem Wachstum hatten sich also die Reserven bei der einen Art vermehrt und bei den anderen verringert. Auf diesen Unterschied wird in anderem Zusammenhang noch näher einzugehen sein. Ganz allgemein ließ sich im übrigen in dieser wie in anderen Untersuchungen keine feste Beziehung zwischen Reservestoffmenge und der Höhe des folgenden Aufwuchsertrages nachweisen, wie sie bei Inanspruchnahme der Reserven bei raschem Wachstum zu erwarten wäre (BAKER 1957 b, MAY, SULLIVAN u. SPRAGUE 1953, POZO).

Kurz, weder die eigenen Ergebnisse noch die anderer Autoren geben den Beweis, daß zur Verstärkung der oberirdischen Substanzbildung Reserven eingesetzt werden; eher sprechen sie dagegen. Andererseits steht fest, daß die Reservebildung

bedeutenden jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, die unverkennbar im Bezug zum Rhythmus der physiologischen Entwicklung stehen (BAKER 1957 b, DAVIDSON u. MILTHORPE, MAY, WEINMANN 1948 b). KLAPP (1971) gibt in der Zusammenfassung der Literatur als generelle Tendenz der Änderungen an, daß bei ungestörtem Wuchs der Reservevorrat nach einem Tiefstand bei Winterende während der vegetativen Entwicklung im Frühjahr aufgefüllt wird, dann mit Einsetzen starken Trieb- und Wurzelwuchses abnimmt, um im Mai / Juni ein Minimum zu erreichen; danach folgt wieder eine Vermehrung des Vorrates bis zu einem Maximum zur Zeit der Blütenentwicklung und Samenreife. Mit erneuter Bestockung und Triebentwicklung erfolgt dann abermals eine Verringerung des Vorrates und anschließend zum Herbst hin bei den meisten Gräsern wieder Speicherung zu einem zweiten Höhepunkt der Reservebildung.

Diese Darstellung bezieht sich auf den Gesamtvorrat an Reservestoffen in Stoppel und Wurzeln. Die vorliegende Untersuchung zeigt aber, daß auch die Lokalisation der Speicherung sich ändert: Während der Vegetationszeit steht die Stoppel als Speicherorgan im Vordergrund, zum Herbst hin, also vor der Überwinterung, werden dagegen in größerem Umfang auch die Wurzeln zur Speicherung benutzt (Tabelle 11). Unverkennbar dient die abschließende Speicherung in den Wurzeln der Erhaltung der Wurzeln während der Vegetationsruhe im Winter. Die Speicherung in der Stoppel steht dagegen in Beziehung zur oberirdischen Entwicklung. Bei ungestörtem Wuchs war aber während des intensiven Wachstums zur Zeit der Halmbildung keine bedeutende Abnahme des Reservevorrates festzustellen. Unterstützung der oberirdischen Substanzbildung in dieser Zeit kann demnach kaum der vorrangige Zweck der Reservebildung sein. Vielmehr deutet alles darauf hin, daß die Reserven für Bestockung, Triebbildung und Wurzelbildung nach der Blüte bzw. Samenreife eingelagert werden.

In die gleiche Richtung weisen auch die Artunterschiede im Umfang und zeitlichen Ablauf der Reservebildung, auf die auf Seite 113 ff. näher eingegangen wurde.

Bei Phleum, das von den drei untersuchten Arten am ausgeprägtesten den Typ des Obergrases darstellt, liegt zwischen Halmbildung und Blüte eine auffallend ausgedehnte Zeitspanne. In dieser Zeit wird in Verbindung mit sehr starker Reserveeinlagerung das Haplocorm als Speicherorgan ausgebildet. Zur Zeit der Blüte sind Blatttriebe kaum vorhanden. Die Neubildung von Trieben nach der Nutzung im Blühstadium erfolgt aus Knospen am Halmgrund mit Einsatz der Reserven im Haplocorm, wobei die Stoppel eintrocknet (SHEARD 1968).

Bei Dactylis setzt die Speicherung früher ein und die Zeit zwischen Halmbildung und Blüte ist wesentlich kürzer als bei Phleum. Die bis zur Blüte insgesamt gespeicherte RKH-Menge bleibt bedeutend geringer als bei Phleum. Dem entspricht, daß Dactylis auch in diesem Entwicklungsstadium noch über zahlreiche Blatttriebe verfügt, die nach der Nutzung rasch wieder austreiben können, so daß der Bedarf an Reserven für die weitere Entwicklung weniger groß ist. In dieser Hinsicht nimmt Dactylis eine Mittelstellung zwischen dem Typ des Ober- und des Untergrases ein.

Lolium per. speichert während der vegetativen Entwicklung nach Vegetationsbeginn. In der Zeit zwischen der 1. Nutzung im Blattstadium und der Blüte gibt es keine Speicherungsphase mehr. Diese Abweichung vom Verhalten der beiden anderen Arten wird dadurch erklärlich, daß Lolium als Untergras ständig eine große assimilationsfähige Blattfläche besitzt und deshalb für die Entwicklung nach der Blüte bzw. Samenreife auf Reserven weniger angewiesen ist. Der Wechsel zwischen vegetativer und generativer Entwicklung ist bei dieser Art am schwächsten ausgeprägt. Nur am Rande sei erwähnt, daß in dieser Beziehung allerdings erhebliche Sortenunterschiede bestehen.

Die aufgezeigte Grundtendenz des Speicherungsrythmus spiegelt sich auch bei häufiger Nutzung, die die generative Entwicklung verhindert oder unterbricht, im Stoffgehalt des Aufwuchses wie in den Reservestoffgehalten und -mengen von Stoppel und Wurzeln wider (Seite 81 ff.): Mit Beziehung zu Entwicklungsrythmus bei

ungestörtem Wuchs wechseln Phasen, in denen die Assimilate weniger zur Rohfaser- und Rohproteinbildung herangezogen und in größerem Umfang zur Reservebildung verwendet werden, mit Phasen ab, in denen die Pflanzen sich umgekehrt verhalten. Die Verwendung der Assimilate für diesen oder jenen Zweck hängt also offensichtlich von der "physiologischen Stimmung" der Pflanzen ab, auf der demnach die häufig festgestellten jahreszeitlichen Schwankungen der Reservebildung beruhen. Auf die Beziehung zwischen den jahreszeitlichen Schwankungen des Stoffgehaltes im Aufwuchs und dem physiologischen Entwicklungsrhythmus der Gräser weist übrigens auch WEITE (1958) hin.

Durch frühe und häufige Nutzung, die aus den schon früher genannten Gründen zu starkem Absinken des Reservevorrates führt, tritt der ursprüngliche Zweck der Reservebildung in den Hintergrund. Statt dessen werden Reserven jetzt für den Wiederaustrieb nach dem Entfernen der assimilationsfähigen Teile durch die Nutzung benötigt. Außerdem muß aber in dieser Zeit mit stark eingeschränkter Assimilation der Erhaltungsbedarf der Wurzeln gedeckt werden (BAKER 1957 b, DAVIDSON u. MILTHORPE, SULLIVAN u. SPRAGUE 1953, MAY, u.a.). Nach der Nutzung nimmt deshalb der Kohlenhydratgehalt in Stoppel und Wurzeln für eine gewisse Zeit - für etwa 4 - 7 Tage - rapid ab (Literaturübersicht Seite 4 ff.). Es leuchtet ein, daß bei Abnahme unter eine bestimmte Menge der Bedarf der Wurzeln nicht mehr gedeckt werden kann. Der Rückgang von Wurzelmenge und -tiefe bei häufiger Nutzung wird hier eine wichtige Ursache haben (OSSWALT/BERTRAND / TEEL). Bei extremer Einschränkung des Assimilationsangebotes muß schließlich die Wurzelmenge und -leistung so stark verringert werden, daß die Vitalität der Pflanze leidet, wenn sie nicht sogar abstirbt (EVANS). Wo die Grenze der benötigten Minimalmenge liegt, läßt sich schwer exakt festlegen. In der Literatur wird als Grenzwert ein LKH-Gehalt von 3 - 5 % angegeben (ALBERT, DAVIES, WEINMANN). Doch werden in diesem kritischen Versorgungsbereich auch Proteine als Reserven mobilisiert (ALBERDA 1966, DAVIDSON u. MILTHORPE 1965), abgesehen davon, daß neben dem Gehalt auch die LKH-Menge eine Rolle spielen dürfte (MAY, TAN) und aller Wahrscheinlichkeit nach noch Art-

unterschiede bestehen. So wird z.B. die verschiedene Assimilationsmöglichkeit der Stoppel mit Sicherheit verschieden starke Abhängigkeit von der Reservebildung bedingen.

Im einzelnen braucht auf diese Fragen hier nicht eingegangen zu werden. Jedenfalls ist anzunehmen, daß sehr starke Abnahme der RKH, vor allem in den Wurzeln, Ertragsfähigkeit und Ausdauer der Gräser gefährdet. Umgekehrt ist aber bei genügendem Vorhandensein von LKH mit einer Auswirkung von Gehalts- und Mengenunterschieden nicht zu rechnen. In mehreren Untersuchungen wurde allerdings ein Einfluß der RKH-Menge auf Umfang und Schnelligkeit des Nachtriebs festgestellt (ALBERDA 1966, WARD u. BLASER, u.a.). Diese Untersuchungen wurden aber bewußt mit so extremen Abstufungen durchgeführt, daß die Ergebnisse als Bestätigung für die Wirkung des RKH-Angebotes im Grenzbereich der Versorgung anzusehen sind. Es besteht zudem Übereinstimmung darin, daß eine Auswirkung des RKH-Angebotes auf den Ertrag, für den nach der relativ kurzen Zeit des Nachtriebes zahlreiche andere Faktoren bestimmend sind, nicht wahrscheinlich ist (MAY, POZO, SULLIVAN u. SPRAGUE 1953).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen die Beschränkung der Auswirkung des RKH-Angebotes auf den Grenzbereich der Versorgung ebenso wie die entscheidende Bedeutung des Bedarfes der Wurzeln in diesem Zusammenhang: Verringerte Ertragsfähigkeit und Pflanzenverluste standen eindeutig in Beziehung zu starker Abnahme von Wurzelmenge und RKH-Gehalt und -Menge in den Wurzeln. Bezeichnend ist auch, daß *Dactylis glom.* als eine Art, die generell relativ viel LKH in den Wurzeln einlagert, starke Beanspruchung durch Nutzung und N-Düngung besonders gut verträgt.

Der Nutzungstermin ist nun für die Reservebildung in doppelter Hinsicht von Bedeutung: Zunächst kommt es darauf an, in welchen Abschnitt des ungestörten Speicherungsverlaufes die 1. Nutzung fällt. Frühe Nutzung schränkt die Reservebildung bei Arten mit spät einsetzender Speicherung, wie z.B. *Phleum pratense*, besonders stark ein und umgekehrt. Da häufige Nutzung sich üblicherweise mit früher Nutzung verbindet, wurde dieser Effekt meist nur der Nutzungshäufigkeit zugeschrieben, die ihn allerdings verstärken kann.

Derüberhinaus hängt offensichtlich die Wirkung der Nutzung auf den RKH-Vorrat davon ab, in welcher "physiologischen Stimmung" die Pflanze sich befindet. Fällt die Nutzung in eine Phase geringer Speicherungsneigung, dann wird die Abnahme des Reservevorrates verstärkt, weil die Reserveeinlagerung nach Wiedereinsetzen der Assimilation gering bleibt, während der Verbrauch für den Bedarf der Wurzeln anhält. Mit dieser Überlegung läßt sich erklären, daß ohne erkennbare Beziehung zur Aufwuchsmenge und zur Dauer der Ruhezeit zwischen den Nutzungen der Reservevorrat zu- oder abnehmen kann, und andererseits die Schwankungen der RKH-Gehalte und -Mengen bei häufiger Nutzung in Beziehung zum Rhythmus der physiologischen Entwicklung bei ungestörtem Wuchs stehen. Diese Wirkung des Nutzungstermins fällt einleuchtenderweise besonders dann ins Gewicht, wenn durch andere Faktoren - Anregung des oberirdischen Wachs­tums durch günstige Wachstumsbedingungen und N-Düngung, frühe und häufige Nutzung - das Niveau des Reservevorrates schon stark gesenkt worden ist.

Alles in allem setzt Absinken des RKH-Vorrates unter das Minimum des Reservebedarfes das Zusammenwirken mehrerer Faktoren voraus. Nutzungs­termin und Nutzungshäufigkeit sind nicht allein entscheidend, und ungünstige Nutzungswirkung auf Ertragsfähigkeit und Ausdauer tritt deshalb nicht regelmäßig, sondern nur unter bestimmten Bedingungen ein. Die Empfindlichkeit der Gräser gegen solche Belastungen ist außerdem verschieden groß, und zwar, wie die hier untersuchten Arten zeigen, eindeutig in Abhängigkeit von den artspezifischen Besonderheiten des Reservestoffhaushaltes.

Intensive Grünlandbewirtschaftung bringt durch frühe und häufige Nutzung in Verbindung mit Stickstoffdüngung und nahezu beliebigen Nutzungs­terminen durch die Weiderotation und die eingeschobene Schnittnutzung unvermeidlich starke Beanspruchung der Pflanzen mit sich. Die vorliegende Untersuchung macht erklärlich, daß *Lolium per.* und *Dactylis glom.* sich erfahrungsgemäß auf die Dauer dieser Bewirtschaftungsbedingungen gut anpassen. Sie geben ferner eine Erklärung dafür, daß intensive Grünlandbewirtschaftung unerwartet zu unerwünschter Bestandsveränderung führen kann, indem bestimmte Arten stark zurück gehen und die entstehenden Lücken von "Unkräutern" besiedelt werden.

- - -

Die vorliegende Untersuchung legt den Gedanken nah, daß durch planmäßigere Regelung des Nutzungstermins, die auf den Speicherungsrythmus und den Reservestoffhaushalt der bestandsbildenden Gräser durch Wechsel des Nutzungszeitpunktes und angepaßte Dauer der Ruhezeit Bezug nimmt, die Anpassung der Grasnarbe an die intensive Bewirtschaftung erleichtert werden könnte. Zu prüfen bleibt ferner, welche Höhe der N-Düngung von den einzelnen Arten ohne eine Einschränkung der Reservebildung, die die Ertragsfähigkeit und Ausdauer gefährdet, getragen wird. Dabei ist zu berücksichtigen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach Sortenunterschiede den Reservestoffhaushalt der Arten modifizieren. Andererseits könnten Sortenunterschiede in der Ausdauerfähigkeit hier eine wichtige Ursache haben. Im ganzen ergibt sich aus den sehr komplexen, hier nur in Ansätzen erfaßten Zusammenhängen eine Vielzahl von Aspekten für weiterführende Untersuchungen.

13. Zusammenfassung

Auf dem Versuchsfeld der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Eichhof in Bad Hersfeld wurde in den Jahren 1971 und 1972 in einem Feldversuch untersucht, wie Schnittnutzung in verschiedenen Entwicklungsstadien in Verbindung mit Stickstoffdüngung die Reservespeicherung und Ertragsfähigkeit von Nutzgräsern beeinflusst.

Der Versuch bezog sich auf Reinsaatensorten von drei Gräsern - Phleum pratense, Dactylis glomerata, Lolium perenne - die jeweils im Blatt-, Halm- und Blühstadium geschnitten und mit 20 und 60 kg N/ha je Aufwuchs gedüngt wurden. Der Versuch brachte folgende hauptsächliche Ergebnisse:

Häufige Nutzung ("Halm-" und "Blattstadium") senkte den Trockenmasseertrag sowie die Wurzelmenge und steigerte den Rohprotein-ertrag. Erhöhung der N-Düngung verschärfte diese Wirkungsrichtungen.

Bei Dactylis traten bei keiner Nutzungs- und Düngungsvariante nachhaltige Schädigungen ein. Bei Nutzung im Blattstadium war aber die Steigerung des Trockenmasseertrages durch hohe N-Düngung relativ gering. Bei Phleum und weniger ausgeprägt bei Lolium wurden im 2. Versuchsjahr durch Nutzung im Halmstadium in Verbindung mit hoher N-Düngung Ertragsfähigkeit und Narbendichte nachhaltig beeinträchtigt.

Die Stoffgehalte der Aufwüchse innerhalb der Varianten unterlagen trotz der Nutzung im gleichen physiologischen Stadium ("Blatt-" bzw. "Halmstadium") mehr oder weniger großen jahreszeitlichen Schwankungen, wobei sich die LKH-Gehalte gegensinnig zu den Rohprotein- und Rohfasergehalten verhielten. Die Schwankungen standen in deutlicher Beziehung zum physiologischen Entwicklungsrythmus bei ungestörtem Wuchs.

Die RKH (Reservekohlenhydrate) -Speicherung verlagerte sich im Herbst, also vor der Überwinterung in die Wurzeln, während sie im Laufe der Vegetationszeit ihren Schwerpunkt eindeutig in der Stoppel hatte.

Die RKH-Menge in Stoppel und Wurzeln änderte sich während der Vegetationszeit analog den Schwankungen des LKH-Gehaltes im Aufwuchs. Es wechseln offensichtlich Phasen, in denen die Pflanzen auf Reserveeinlagerung "gestimmt" sind, mit Phasen, in denen die Assimilate für die oberirdische Substanzbildung bereitgestellt werden. Im entsprechenden Rhythmus muß sich dann die Lieferung für den Erhaltungsbedarf der Wurzeln aus der laufenden Assimilation ändern.

Unabhängig von diesem Wechsel unterscheidet sich die Lokalisation der RKH artspezifisch: *Dactylis* wies durchweg relativ und absolut größere RKH-Menge in den Wurzeln auf als die beiden anderen Arten, *Lolium* die geringste.

Der Speicherungsrythmus im Frühjahr bis zum Abschluß der generativen Entwicklung unterscheidet sich bei den untersuchten Gräsern deutlich: *Phleum* setzt mit der Speicherung relativ spät erst nach Beendigung der Halmbildung, *Dactylis* speichert schon während der Halmbildung, und *Lolium* hat vor der Halmbildung die Speicherung im wesentlichen bereits abgeschlossen. Nutzung unterbricht oder verhindert die Speicherung; der Termin der 1. Nutzung wirkt sich der Verschiedenheit des Speicherungsrythmus entsprechend je nach der Art verschieden auf das Niveau der RKH-Menge aus.

Erhöhung der Stickstoffdüngung senkt das Niveau von RKH-Gehalt und -Menge generell, ohne aber die genannten Schwankungen, Wirkungsrichtungen und Artunterschiede aufzuheben.

Eine positive Korrelation zwischen RKH-Vorrat und dem folgenden Aufwuchsertrag war nicht nachzuweisen; ebenso bestand keine regelmäßige Beziehung zwischen der Aufwuchsmenge oder der Ruhezeit und der Reservespeicherung.

Beeinträchtigung der Ertragsfähigkeit oder der Narbendichte war aber stets mit extremem Absinken der RKH-Menge in den Wurzeln verbunden.

Solches Absinken kann eintreten, wenn mehrere, die Reservebildung einschränkende Faktoren wie frühe und häufige Nutzung, kritischer Nutzungstermin, hohe N-Düngung, günstige Wachstumsbedingungen zusammentreffen. Die Empfindlichkeit der Arten gegen solche Einwirkungen ist in Abhängigkeit von den Arteigentümlichkeiten der Reservebildung verschieden groß.

14. Literatuurverzameling

- ALBERT, W. B., 1927: Studies on the growth of alfalfa and some perennial grasses. I. Amer. Soc. Agron. 19, 624 - 654 Zit. b. MAY
- ALBERDA, Th., 1955: De verandering in de koolhydraatreserve bij Engels raaigras in 1954. Verslag C.I.L.O. Nr. 250, 70 - 78
- ALBERDA, Th., 1956: De veranderingen in de koolhydraatreserve bij Engels raaigras (*Lolium per.*) van november 1954 tot november 1955. Verslag C.I.L.O. 48 - 56
- ALBERDA, Th., 1957: The effects of cutting, light intensity and night temperature on growth and soluble carbohydrate content of *Lolium perenne* L. Plant and Soil 8, 199 - 230
- ALBERDA, Th., 1957: Het gehalte aan oplosbare koolhydraten in zich vrij ontwikkelende pollen van Engels raaigras (*Lolium per.*). Jaarboek 1957 I.B.S. 79 - 86
- ALBERDA, Th., 1959: De periodiciteit in de gras produktie Jaarboek 1959 I.B.S. 73 - 82
- ALBERDA, Th., 1960: The effect of nitrate nutrition on carbohydrate content in *Lolium per.* Proc. VIII. Intern. Grassl. Congr. 612 - 617
- ALBERDA, Th., 1965: The influence of temperature, light intensity and nitrate concentration on dry matter production and chemical composition of *Lolium per.* Netherl. J. Agric. Sci 13, 335 - 360
- ALBERDA, Th., 1966: The influence of reserve substance on dry-matter production after defoliation. Proc. X. Intern. Grassl. Congr. 140 - 147
- ALBERDA, Th. and L. SIBMA, 1962: Dry matter production and light interception of crop surfaces. II. Relation between rate of growth and length of grass. Jaarboek 1962 I.B.S. 47 - 58
- AMBERGER, A., 1954: Einfluß von Kalium und Stickstoff auf Ferment- und Kohlenhydrat von Grünlandpflanzen. Z. f. Pflanzenernähr., Düng. und Bodenk. 66, 211 - 222
- ANSLOW, R.C., 1963: Management of leys effect of intensity of defoliation on regrowth of ryegrass. Exp. Progr. 15, Rep. Grassl. Res. Inst. Hurley (in Herb. Abstr. Vol. 33, ref. 1044).
- ANSLOW, R.C., 1965: Grass growth in midsummer. J. Brit. Grassl. Soc. 20, 19 - 26

- ACUST, M. J. d. and R.S. TAYLER 1969: The interaction between nitrogen and water in the growth of grass swards. II. Leaf area index and net assimilation rate. J. Agr. Sci. 72, 437 - 443
- ARENS, R., 1963: Beiträge zur langjährigen Entwicklung von Mähweideansaat unter besonderer Berücksichtigung der kritischen Saatstärken. Forsch. u. Beratung Reihe B, wiss. Ber. Landw. Fak. Univ. Bonn H. 8 Landwirtschaftsverlag GmbH Hiltrup.
- AUDA, H., R.E. BLASER and R.H. BRAUN, 1966: Tillering and carbohydrate contents of orchardgrass as influenced by environmental factors. Crop. Sci. 6, 139 - 143
- BAILEY, R.W., 1958: Carbohydrates in pasture species. I. The starch content of clovers and rye-grass. J. Sci. Ed. Agr. 9, 743 - 747
- BAKER, H.K., 1957 a: Studies on the root development of herbage plants. 2. effect of cutting on the root and stubble development and herbage production of spaced perennial ryegrass plants. J. Brit. Grassl. Soc. 12, 116 - 126
- BAKER, H.K., 1957 b: Studies on the root development of herbage plants. 3. The influence of cutting treatment on the root stubble and herbage production of perennial ryegrass sward. J. Brit. Grassl. Soc. 12, 197 - 208
- BAKER, H.K. and E.A. GARWOOD 1961: Studies on the root development of herbage plants. 4. seasonal changes in fructosan and soluble-sugar contents of cocksfoot herbage. stubble and roots under two cutting treatments. J. Brit. Grassl. Soc. 16, 263 - 267
- BALASKO, J.A. and DALE SMITH, 1971: Influence of Temperature and nitrogen fertilization on the growth and composition of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.) at anthesis. Agron. J. 63, 853 - 857
- BALASKO, J.A. and DALE SMITH, 1973: Carbohydrates in Grasses: V. Incorporation of ^{14}C into plant parts and nonstructural carbohydrates of Timothy (*Phleum prat.*) at three developmental stages. Crop. Sci. 13, 19 - 22
- BENDER, M. M. and DALE SMITH, 1973: Classification of starch - and fructosan - accumulating grasses as C - 3 or C - 4 species by carbon isotope analysis. J. Brit. Grassl. Soc. 28, 97 - 100
- BERGMANN, W., 1954: Wurzelwachstum und Ernteertrag. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 97, 337 - 368

- BERNATOWICZ, A.J. 1956: Teleologie in science teaching. Science 128, 1402 - 5 (Zit. b. MAY).
- BLATTMANN, W. 1966: The effect of the first grazing date in spring on the botanical composition of permanent pasture swards. Proc. X. Intern. Grassl. Congr. 168 - 171.
- BLATTMANN, W., 1968: Frühes und spätes Deutsches Weidelgras (*Lolium per.*) in Reinsaat, im Gemisch mit Weißklee, bei unterschiedlicher Schnittnutzung und Beweidung. Wirtschaftseig. Futter 14, 264 - 277
- BLASER, R.E., R.H. BROWN and H.T. BRYANT, 1966: The relationship between carbohydrate accumulation and growth of grasses under different microclimates. Proc. X. Intern. Grassl. Congr. 147 - 150
- BOMMER, D. 1964 a: Die generative und vegetative Entwicklung des Glatthafers. I. Generative Entwicklung. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 120, 47 - 78
- BOMMER, D. 1964 b: Zur Frage von Stickstoffdüngung und Schnitthäufigkeit auf der Wiese. Landw. Forschung 17, 252 - 259
- BOMMER, D., 1966: Influence of cutting frequency and nitrogen level on the carbohydrate reserves of three grass species. Proc. X. Intern. Grassl. Congr. 156 - 160
- BOMMER, D., W. HERTZSCH, U. SIMON und G. ZIEGENBEIN, 1967: Bericht über den X. internationalen Grünlandkongress. Das wirtschaftseigene Futter, Beilage 1.
- BOOYSEN, P.DeV., N.M. TAINTON and J.D. SCOTT, 1963: Shoot - apex development in grasses and its importance in grassland management. Herb. Abstr. 33, 209 - 213
- BROCKMANN, J.S., 1969: The relationship between total N input and yield of cut grass swards. J. Brit. Grassl. Soc. 24, 89 - 97
- BROUGHAM, R.W., 1955: A study in rate of pasture growth. Austr. J. Agr. Res. 6, 804 - 812
- BROUGHAM, R.W., 1956: Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Austr. J. Agr. Res. 7, 377 - 87
- BROWN R.H. and R.E. BLASER, 1965: Relationship between reserve carbohydrate accumulation and growth rate in orchardgrass and tall fescue. Crop. Sci. 5, 577 - 582

- BRYANT, H.T. and BLASER, R.E., 1961: Yield and stand of orchardgrass compared under clipping and grazing intensities. *Agrn. J.* 53, 9 - 12
- BURG, P.F.J. van., 1960: Nitrogen fertilization and the seasonal production of grassland herbage. *Proc. VIII. Intern. Grassl. Congr.* 142 - 146
- BÜHRING, J. 1967 a: Ein Beitrag zur Wechselwirkung zwischen N-Düngung und Bodenblättern bei Wiederaufnahme des Wachstums der Gräser nach einem Schnitt. *Z. Landeskult.* 8, 273 - 280
- BÜHRING, J. 1967 b: Untersuchungen über Beziehungen zwischen Restassimilationsfläche und Nachschnittwachstum bei Gramineen. *Z. Landeskult.* 8, 107 - 122
- BÜHRING, J. 1968: Der Einfluß der Belichtung vor dem Schnitt auf das Nachschnittlängenwachstum bei perennierenden Gräsern. *Wiss. Zeitschr. der KMU-Leipzig* 17, 395 - 397
- BÜHRING, J. 1969: Zum Einfluß der Halmstoppellänge auf das Nachwuchsvermögen von genutzten Gramineen. *Biologische Rundschau* 7, 127 - 128
- BURRIS, J.S. und E.W. CARSON, 1971: Carbohydrate metabolism in orchardgrass (*Dact. glom.*) as effected by age. *Crop. Sci.* 11, 171 - 174
- CALDER, D.M., 1964: Stage development and flowering in *Dactylis glomerata*. *Ann. Bot. N.S.* 28, 187 - 206
- CHARLES, A.H., 1961: Differential survival of cultivars of *Lolium*, *Dactylis* and *Phleum*. *J. Brit. Grassl. Soc.* 16, 69 - 75
- CHARLES, A.H., 1964: Differential survival of plant types in swards. *J. Brit. Grassl. Soc.* 19, 198 - 204
- COLBEY, W.G., M. DARKE, H. OOHARA and N. YOSHIDA 1966: Carbohydrate reserves in orchardgrass. *Proc. X. Intern. Grassl. Congr.* 151 - 155
- JOUCHMAN, J.S., 1959: Changes in the soluble suger contents of short relation ryegrass during growth. *J. Aust. Inst. agric. Sci.* 26, 317 - 319
- CUGNAC, A. de., 1931: Recherches sur les glucides des Graminées. *Ann. Sci. nat.* 13, 656 - 670, *Zit. b. POZO*
- DAVIDSON, R.L., 1969: Effects of edaphic factors on the soluble carbohydrate content of roots of *Lolium perenne* and *Trifolium repens*. *Ann. Bot.* 33, 579 - 589

- DAVIDSON, J.L., 1962: The regrowth of cocksfoot after defoliation. Rep. Nottingham Univ. Sch. Agric. 65 - 68 (Herb. Abstr. 33, 1963, Nr. 1935)
- DAVIDSON, J.L. and Milthorpe, F.L., 1965: Carbohydrate reserves in the regrowth of cocksfoot (Dact. glom.). J. Brit. Grassl. Soc. 20, 15 - 18
- DAVIDSON, J.L. and MILTHORPE, F.L., 1966: The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. Ann. Bot. 30, 185 - 198
- DAVIES, A., 1965: Carbohydrate levels and regrowth in perennial ryegrass. J. Agric. Sci. Comb. 65, 213 - 221
- DONALD, C.M. and J.N. BLACK, 1958: The significance of leaf area in pasture growth. Herb. Abstr. 28, 1 - 6
- DERTIAZ, R.E., 1961: Routine analysis of carbohydrates and lignin in herbage. J. Sci. Fd. Agric. 12, 152 - 160
- DILZ, K., 1966: The effect of nitrogen nutrition and clipping frequency on regrowth of perennial ryegrass. Proc. X. Intern. Grassl. Congr. 160 - 164
- DUBOIS et al, 1951: In: PEACH and TRACEY, Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, Bd. II. 1955, 22 Springerverlag Berlin, Göttingen, Heidelberg
- EAGLES, C.F. 1967: Diurnal variation of carbohydrates in cocksfoot (*Dactylis glomerata*). J. Sci. Fd. Agric. 18, 186 - 187
- EVANS, P.S. 1971: Root growth of *Lolium perenne* II. Effects of defoliation and shading. New. Zealand J. Agr. Res. 14, 552 - 562 (Herb. Abstr. 42, Nr. 372).
- EVANS, P.S. 1972: Root growth of *Lolium perenne* II. Investigation of the mechanism of defoliation induced suppression of elongation. New. Zealand J. Agr. Res. 15, 347 - 55 (Herb. Abstr. 42, Nr. 3021)
- EVANS, P.S. 1973: The effect repeated defoliation to three different levels on root growth of five pasture species. New. Zealand J. Agr. Res. 16, 31 - 34
- FISCHER, H., 1958: Tagesperiodische Auswanderung der Kohlenhydrate aus dem Blatt. In W. RUHLAND, Handbuch der Pflanzenphysiologie VI, 952 - 962, Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg
- FISCHER, H. 1958: Jahresperiodische Auswanderung der Kohlenhydrate aus den Speichergeweben und -organen. In W. RUHLAND, Handbuch der Pflanzenphysiologie VI, 963 - 969, Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg

- GALLAIS, A., 1972: Signification de la souplesse d'exploitation chez le dactyle. Fourrages, 52, 81 - 88
- GARWOOD, E.A., 1967: Seasonal variation in appearance and growth of grass roots. J. Brit. Grassl. Soc. 22, 121 - 130
- GILLET, M., 1970: Physiologie of some temperate forage grasses and cutting date in the Spring. Proc. XI. Intern. Grassl. Congr. 545 - 548
- GILLET, M. and P. JACQUARD, 1969: Le potentiel de production des graminées en fonction des rythmes de croissance et de développement. Fourrages 38, 57 - 74
- GRABER, L.F. 1931: Food reserves in relation to other factors limiting the growth of grasses. Plant physiol. 6, 43 - 72 (zit. b. BALASKO und SMITH).
- GRABER, L.F., N.T. NELSON, W.A. LEUKEL and W.B. ALBERT, 1927: Organic food reserves in relation to the growth of alfalfa and other perennial herbaceous plants. Univ. of Wisconsin, Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 80 3 - 128 (Zit. b. MAY).
- GROTELUESCHEN, R.D. and SMITH DALE, 1968: Carbohydrates in grasses. III. Estimations of the degree of polymerization of the fructosans in the stem bases of timothy and brome grass at seed maturity. Crop. Sci. 8, 210 - 213
- HARPER, R.H. and T.G. PHILLIPS, 1943: The composition of timothy. Part II. Storage organs. New Hampshire Agr. Exp. sta. tech. Bull 81 (Zit. b. SHEARD 1968).
- HARRISON, C. M., 1934: Responses of Kentucky bluegrass to variations in temperature, light, cutting and fertilizing. Plant Physiol. 9, 83 - 106
- HARTT, C.E. 1963: Translokation as a faktor in Photosynthesis. Naturwissenschaften 50, 666 - 667
- HART, R.H., G.E. CARLSON and D.E. MC CLOUD, 1971: Cumulative effects of cutting management on forage yields and tiller densities of tall fescue and orchardgrass. Agron. J. 63, 895 - 898
- HEDRICK, D.W. 1958: Proper utilization - a problem in evaluating the physiological response of plants to grazing use. J. Range Management 11, 34 - 43 Zit. b. MAY
- HEHL, G., 1971: Der Einfluß der Ernährung und des physiologischen Alters auf den Kohlenhydratgehalt sowie die einzelnen Kohlenhydratfraktionen bei einigen Gramineen und Leguminosen. Diss. Giessen

- HIEPKO, G., 1958: Untersuchungen zum Reservestoffwechsel mehr-jähriger und jährlich mehrfach genutzter Futterpflanzen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 108, 339-364
- HIROSE, M., MI SAKURAI, T. SANADA and S. KUMAI, 1960: Studies on the Grassland management 1. Influence of cutting frequency on the yield and maintenance of grassland. 2. Influence of different cutting height on the yield and its persistency of some forage crops. J. Kanto-Tosan agric. Exp. Sta. No. 16, 222 - 251 (in Herbage Abstr. 32 No.610).
- HORROCKS, R.D. and J.B. WASHKO, 1968: Influence of harvesting forages at three stages of maturity on yield, quality and stand persistence. Penn. Agr. Exp. Sta. Bull. 753 (Zit. b. HART et al).
- HORROCKS, R.D. and J.B. WASHKO, 1971: Studies of tiller formation in reedcanarygrass (*Phalaris arund.*) and Climax timothy (*Phleum prat.*). Crop. Sci. 11, 41 - 45
- HUBBARD, C.E., 1973: Gräser, UTB Verlag E. Ulmer Stuttgart
- HUOKUNA, E., 1960: The effect of differential cutting on the growth of cocksfoot. Proc. VIII. Intern. Grassl. Congr. 429 - 432
- HUOKUNA, E., 1966: Tillering in Meadow-Fescue swards. Proc. X. Intern. Grassl. Congr. 129 - 134
- HUNT, I.v., J. FRAME and R.D. HARKESS, 1971: Variability of response to fertilizer nitrogen. Proc. IV. Gen. Meet. Europ. Grassl. Fed. 73 - 77
- JACOB, H., 1970: Veränderungen der Zusammensetzung einer älteren Grünlandnarbe unter dem Einfluß differenzierter Nutzung. Z. Acker- u. Pflanzenbau 132, 36 - 47
- JACOB, H., 1972: Die Entwicklung einer Dauerweideansaat bei verschiedener Bewirtschaftungsintensität. Z. Acker- u. Pflanzenbau 136, 1 - 13
- JÄNNTI, A. and R. HEINONEN 1957: Effect of defoliation and soil moisture on grassland regrowth. J. Brit. Grassl. Soc. 12, 56 - 61
- JOHNSON, A.A. and S.T. Dexter, 1939: The response of quack grass to variation in height of cutting and rates of application of nitrogen. J. Amer. Soc. Agrom. 31, 67 - 76. Zit. b. WEINMANN (1948 b).
- JONES, D.I.H. 1962a: Studies on the soluble carbohydrate content of grasses. Res. Wesh. Pl. Breed. Stn. for 1961, 157 - 164

- JONES, D.I.H. 1962 b: Note on the pre-treatment of herbage samples for determination of soluble carbohydrate constituents. J. Sci. Fd. Agric. 13, 83 - 86
- JONES, D.I.H., G. ap GRIFFITH and R.J.K., 1965:
The effect of nitrogen fertilizers on the watersoluble carbohydrate content of grasses. J. agric. Sci. Comb. 64, 323 - 328
- KALTOFEN, H., W. KREIL und A. SCHRADER, 1967: Gefäßversuche über den Zuwachsverlauf verschiedener Gräser nach einer Nutzung. Z. Landeskultur 8, 123 - 134
- KINSINGER, F.E. and J.J. HOPKINS, 1961: Carbohydrat content of underground parts of grasses as effected by clipping. J. Range Management 14, 9 - 12
- KLAPP, E. 1942: Entwicklung, Wurzelbildung und Stoffspeicherung von Futterpflanzen. Pflanzenbau 18, 347 - 52
- KLAPP, E. 1943: Über die Wurzelverbreitung der Grasnarbe bei verschiedener Nutzungsweise und Pflanzengesellschaft. Pflanzenbau 19, 221 - 236
- KLAPP, E. 1951: Leistung, Bewurzelung und Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden häufiger Mahd und Beweidung. Z. Acker- u. Pflanzenbau 93, 269 - 286
- KLAPP, E., E. SCHULZE und G. HIEPKO, 1957: Versuche über Stoffbildung und Stoffspeicherung bei mehrjährigen und mehrschnittigen Futterpflanzen (5. Mitteilung). Z. Acker- u. Pflanzenbau 104, 409 - 422
- KLAPP, E. 1965: Taschenbuch der Gräser. P. Parey Verlag Berlin, Hamburg 9. Auflage
- KLAPP, E. 1971: Wiesen und Weiden. P. Parey Verlag Berlin, Hamburg, 4. Auflage
- KMOCH, H.G. 1952: Über den Umfang und einige Gesetzmäßigkeiten der Wurzelbildung unter Grasnarben. Z. Acker- u. Pflanzenbau 95, 363 - 380
- KMOCH, H.G., H.H. HALFMANN und A. SIEVERS 1958: Jahreszeitliche Entwicklung der Wurzelmasse unter einer Weide in der Kölner Bucht. Z. Acker- u. Pflanzenbau 105, 121 - 144
- KNIEVEL, D.P., A.V.A. JACQUES and DALE SMITH, 1971: Influence of growth stage and stubble height on herbage yields and persistence of smooth brome grass and timothy. Agron. J. 63, 430 - 434
- KNOBLAUCH, H.C., G.H. AHLGREN and G.W. GAUSMAN 1955: Persistence of timothy as determined by physiological response to different management systems. Agron. J. 47, 434 - 439

- KUBA, F. 1962: Wechselwirkungen zwischen Nutzungshäufigkeit und Stickstoffdüngung auf den Massen- und Nährstofftrag von Wiesen und Weiden. Diss. Kiel
- KÜHBAUCH, W. 1973: Veränderungen der Gehalte an Glucose, Fructose, Saccharose und Fructosan sowie des Polymerisationsgrades von Fructosanmolekülen in Blättern und Stengeln einiger Knaulgrasarten während des Wachstums. Land. Forschung 26, 173 - 181
- LAIDLAW, R.A. and WYLAM, C.B., 1952: Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers. I. The preparation of grass samples for analysis. J. Sci. Fd. Agric. 3, 494 - 496
- LANGER, R.H. M., 1957: The effect of time of cutting on ear production and seed yield in S 48 timothy. J. Brit. Grassl. Soc. 12, 97 - 102
- MACKENZIE and WYLAM, C.B. 1957: Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers VIII. changes in carbohydrate composition during the growth of perennial Rye-Grass. J. Sci. Fd. Agric. 8, 38 - 45
- MAY, L.H. 1960: The utilization of carbohydrate reserves in pasture plants after defoliation. Herb. Abstr. 30, 239 - 245
- MARSHALL, G. and G.R. SAGAR, 1965: The Influence of defoliation on the distribution of assimilates in *Lolium multiflorum* Lam. Ann. Bot., N.S. 29, 365 - 370
- MC ILROY, R.J. 1967: Carbohydrates of grassland herbage. Herb. Abstr. 37, 79 - 87
- MENGEL, K. 1972: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. G. Fischer-Verlag Jena, 4. Auflage
- MURPHY, R.P. 1958: A method for the extraction of plant samples and the determination of total soluble carbohydrates. J. Sci. Fd. Agric. 9, 714 - 717
- NADA, Y. and K. EHARA 1970: Physiological and ecological studies on the regrowth of herbage plant. 16. Effect of the stage of development on the regrowth of several grasses grown under the fixed temperature conditions. J. Jap. Grassl. Sci. 16, 247 - 253 (Herb. Abstr. 42 1972, Nr. 367)
- NIKITINA, E.V., 1940: The dynamics of shoot formation and of plastic substances in wild forage plants in relation to different times and methods of their utilization on meadows and pastures. Bot. Z., SSSR 25, 68 - 74, Zit. b. MAY

- OSTETSKII, S.I., 1969: The importance of different reserveorgans for the regrowth of perennial grasses after defoliation. Byull. Mosk. abshch. Ispyt. prir. (ord biol) 74, 101 - 105 Herb. Abstr. 39, Nr. 1559
- OSWALT, D.L., A.R. BERTRAND and M.R. TEEL 1959: Influence of nitrogen Fertilization and clipping on grass-roots. Proc. Soil. Sci. Amer. 23, 228 - 230
- PAPE, G., I.S. SHEN und W.J. SCHÖN, 1969: Zur quantitativen Bestimmung der Reservekohlenhydrate in Pflanzenmaterial. Z. Acker- u. Pflanzenbau 130, 16 - 32
- PAULSEN, G.M. and DALE SMITH, 1969: Organic reserves, axillary bud activity, and herbage yields of smooth bromegrass as influenced by time of cutting, nitrogen fertilization, and shading. Crop. Sci. 9, 529 - 534
- PERCIVAL, E.G. v., 1952: The carbohydrates constituents of herbage. Brit. J. Nutr. Nr. 6, 104 - 110, Zit. b. POZO
- PETERS, E.J. 1958: The influence of several managerial treatments upon the grass morphology of timothy. Agron. J. 50, 653 - 656
- POZO, I. M. del. 1963: The effect of cutting treatments on the dry matter production of *Lolium perenne* L. and *Dactylis glomerata* L. Versl. landbouwk. Onderz. Nr. 69.17
- PUFFE, D., 1973: Untersuchungen zur Bodenfeuchte einer Vielschnittwiese mit differenzierter Stickstoff-Düngung. Z. Kulturtechnik und Flurbereinigung 14, 247 - 255
- REYNOLDS, J.H. 1969: Carbohydrate reserve trends in orchardgrass (*Dactylis glom.*) grown under different cutting frequencies and nitrogen fertilization levels. Crop. Sci. 9, 720 - 723
- SAGLAMTIMUR, T. 1970: Nutzungshäufigkeit und Lebensdauer von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). Diss. Giessen
- SCHLUBACH, H.H. 1958: Der Kohlenhydratstoffwechsel der Gräser. Fortschr. d. Chem. org. Naturst. XV, 1 - 30
- SHEARD, R.W. 1967: Measurement of seasonal variation of Fructan in the haplocorm of timothy (*Phleum pratense* L.) J. Sci. Fd. Agric. 18, 339 - 342
- SHEARD, R.W., 1968 a: Influence of defoliation and nitrogen on the development and the fructan composition of the vegetative reproductive system of timothy (*Phleum pratense* L.) Crop. Sci. 8, 55 - 60

- SHEARD, R.W., 1968 b: Relationship of carbohydrate and nitrogen compounds in the haplocorm to the growth of timothy (*Phleum pratense* L.). *Crop. Sci.* 8, 658 - 660
- SHEARD, R.W., 1970: Characterization of food reserves as a basis for timing nitrogen applications for timothy (*Phleum pratense* L.). *Proc. XI. Intern. Grassl. Congr.* 570 - 574
- SIBMA, L. 1966: Regrowth of grass. *Jaarboek I.B.S.* 67 - 72
- SMITH, A., 1968: Sward growth in relation to pattern of defoliation. *J. Brit. Grassl. Soc.* 23, 294 - 298
- SMITH, DALE, 1967: Carbohydrates in grasses II. Sugar and fructosan composition of the stem basis of bromegrass and timothy at several growth stages and in different plant parts at anthesis. *Crop. Sci.* 7, 62 - 67
- SMITH, DALE, 1972: Total nonstructural carbohydrate concentrations in the herbage of several legumes and grasses at first flower. *Agron. J.* 64, 705 - 706
- SMITH, DALE and R.D. GROTELUESCHEN 1966: Carbohydrates in grasses I. Sugar and fructosan composition of the stem bases of several northern adapted grasses at seed maturity. *Crop. Sci.* 6, 263 - 266
- SPEIDEL, B. und A. WEISS 1974: Untersuchungen zur Wurzelaktivität unter einer Goldhaferwiese. *Angew. Botanik* 48, 137 - 154
- SPRAGUE, V.G. and SULLIVAN, J.T. 1950: Reserve Carbohydrates in orchardgrass clipped periodically. *Plant Physiol.* 25, 92 - 102
- SULLIVAN, J.T. and SPRAGUE, V.G. 1943: Composition of the roots and stubble of perennial ryegrass following partial defoliation. *Plant Physiol.* 18, 656 - 670
- SULLIVAN, J.T. and SPRAGUE, V.G. 1953: Reserve carbohydrates in orchardgrass cut for hay. *Plant Physiol.* 28, 304 - 313
- TAN, T.H., 1970: Über den Einfluß der Reservekohlenhydrate - Speicherung auf den Wiederaustrieb von Rotklee nach einer Schnittnutzung, *Diss. Göttingen*
- TROUGHTON, A., 1951: Studies on the roots and storage organs of herbage plants. *J. Brit. Grassl. Soc.* 6. (Zit. b. KMOCH et al).
- TROUGHTON, A., 1957: The underground organs of herbage grasses. *Commonwealth Agr. Bur. Bull.* 44
- TROUGHTON, A., 1960: Further studies on the relationship between shoot and root systems of grasses. *J. Brit. Grassl. Soc.* 15, 41 - 47

- VETTER, H. und F. KUBA, 1963: Trockensubstanz- und Nährstoff-erträge bei gesteigerter Nutzungshäufigkeit und Stickstoffdüngung in Weiden- und Wiesenversuchen in Hohenschulen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 116, 372 - 394
- VETTER, H. und A. SCHARAFAT 1964: Die Wurzelverbreitung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen im Unterboden. Z. Acker- u. Pflanzenbau 120, 275 - 298
- WEITE, R. and J. BOYD, J. 1953 a: The water-soluble carbohydrates of grasses. I. changes occurring during the normal life-cycle. J. Sci. Fd. Agric. 4, 197 - 203
- WEITE, R. and J. BOYD, J. 1953 b: The water-soluble carbohydrates of grasses. II. grasses cut grazing height several times during the growing season. J. Sci. Fd. Agric. 4, 257 - 261
- WEITE, R., 1957: The water-soluble carbohydrates of grasses. III first and second year growth. J. Sci. Fd. Agric. 8, 422 - 428
- WEITE, R., 1958: The water-soluble carbohydrates of grasses. IV. The effect of different levels of fertilizer treatment. J. Sci. Fd. Agric. 9, 39 - 43
- WANNER, H., 1958: Die Speicherung von Kohlenhydraten im Blatt. In W. RUHLAND, Handb. d. Pflanzenphysiologie VI. 841 - 54, Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg
- WARD, C.Y. and R.E. BLASER 1961: Carbohydrat food reserves and leaf area in reygrowth of orchardgrass. Crop. Sci. 1, 366 - 370
- WEBER, C.A. 1929: Ausläufertreibendes Weidelgras, Mitt. d. DL G 44, 913 - 916 Zit b. ARENS
- WEBER, H., 1958: Morphologisch-anatomische Grundlagen der Speicherung. In W. RUHLAND, Handb. d. Pflanzenphysiologie VI. 817 - 833, Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg
- WEINMANN, H., 1947: Determination of total available carbohydrates in plants. Plant Physiol. 22, 279 - 290
- WEINMANN, H., 1948 a: Effects of grazing intensity and fertilizer treatment on Transvaal highveld. Emp. J. exp. Agric. 16, 111 - 118 (Zit. b. WEINMANN 1961)
- WEINMANN, H., 1948 b: Underground development and reserves of grasses. J. Brit. Grassl. Soc. 3, 115 - 140
- WEINMANN, H., 1952: Carbohydrat reserves in grasses. Proc. VI. Intern. Grassl. Congr. 655 - 660
- WEINMANN, H., 1961: Total available carbohydrates in grass and legums. Herb. Abstr. 31, 255 - 261

A N H A N G

Anhangstabelle 1

Schnitttermine

Schnitt Nr.	<u>1971</u>			<u>1972</u>		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.

Blühstadium

1	3.6.	16.6.	3.6.	13.6.	27.6.	9.6.
2	12.7.	28.7.	20.7.	27.7.	9.8.	24.7.
3	17.8.	6.9.	20.9.	18.9.	14.9.	15.9.
4	28.9.					

Halmstadium

1	17.5.	21.5.	18.5.	18.5.	15.5.	18.5.
2	8.6.	28.6.	14.6.	14.6.	15.6.	15.6.
3	6.7.	23.7.	13.7.	3.7.	4.7.	5.7.
4	3.8.	2.9.	18.8.	20.7.	26.7.	31.7.
5				15.8.	17.8.	22.8.
6				19.9.	21.9.	20.9.

Blattstadium

1	5.5.	3.5.	4.5.	2.5.	25.4.	25.4.
2	21.5.	18.5.	19.5.	24.5.	9.5.	12.5.
3	8.6.	7.6.	3.6.	14.6.	5.6.	6.6.
4	28.6.	29.6.	21.6.	3.7.	27.6.	27.6.
5	16.7.	15.7.	7.7.	20.7.	13.7.	13.7.
6	3.9.	4.8.	21.7.	14.8.	2.8.	1.8.
7		28.9.	16.8.	18.9.	23.8.	21.8.
8					21.9.	20.9.

Anhangstabelle 2

Trockenmasseerträge (dz/ha) 1 9 7 1

Nutzungs-	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	49,2	75,4	19,9	65,1	81,3	42,9
2	8,9	9,1	19,1	18,2	21,7	34,1
3	5,0	2,6	4,6	6,5	3,0	7,6
4	3,5			6,2		
Su.	66,6	87,1	43,6	96,0	106,0	84,6
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	23,9	29,2	12,5	31,3	46,8	22,8
2	11,6	12,6	12,6	15,7	16,1	21,1
3	8,6	4,2	8,9	16,9	3,8	14,4
4	3,7	3,8	3,9	5,9	2,6	5,6
Su.	47,8	49,8	37,9	69,8	69,3	63,9
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	11,2	12,5	6,2	15,4	19,4	10,3
2	11,8	14,5	7,0	17,9	17,2	11,2
3	8,4	4,3	5,6	10,3	4,9	5,8
4	8,9	6,0	6,2	8,9	11,0	9,0
5	3,7	3,5	4,9	6,7	3,5	8,9
6	2,1	1,9	3,3	2,0	1,5	5,7
7		4,2	2,3		3,1	2,4
Su.	46,1	46,9	35,5	61,2	60,6	53,3

Anhangstabelle 3

Trockenmasseerträge (dz/ha) 1972

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	38,8	67,0	50,4	71,1	70,4	85,8
2	11,3	18,3	22,6	18,8	42,0	40,7
3	9,0	10,1	14,7	12,9	18,2	31,9
Su.	59,1	97,4	87,7	102,8	130,6	185,4
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	13,2	32,1	29,4	29,0	50,4	47,9
2	13,6	6,9	15,6	12,0	3,4	16,6
3	3,3	5,5	7,7	3,0	5,0	10,3
4	3,8	4,7	15,0	3,0	3,0	17,6
5	4,5	3,6	7,3	4,3	2,7	9,9
6	4,6	6,0	4,9	7,0	5,1	7,0
Su.	43,1	58,8	79,9	58,3	69,6	109,2
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	6,4	11,6	11,9	16,2	23,7	16,5
2	7,6	6,4	10,5	15,8	10,5	13,1
3	6,9	11,4	11,0	7,9	11,7	7,8
4	4,1	4,4	9,6	4,6	6,7	11,0
5	2,8	6,3	8,4	4,8	3,5	11,8
6	5,2	6,3	9,3	6,8	6,0	11,1
7	5,8	5,1	7,8	9,7	3,5	7,7
8		6,2	7,4		6,4	11,1
Su.	38,7	57,7	75,8	65,7	72,0	90,1

Anhangstabelle 4

Stoppelmenge (dz/ha) 1 9 7 1

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	14,6	14,6	7,9	10,3	14,2	9,1
2	18,6	25,1	22,1	17,9	20,4	17,4
3	22,6	21,8	21,8	21,6	14,4	15,0
4	26,3			19,0		
GD. 5 %	4,4	7,1	4,3	3,1	4,9	7,0
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	16,4	12,6	7,3	19,3	15,5	10,8
2	16,3	9,6	9,4	13,5	8,0	10,6
3	15,8	13,6	13,3	10,4	8,3	14,1
4	17,1	11,4	18,1	16,9	7,5	19,9
GD. 5 %	6,8	4,9	3,5	3,9	4,6	3,4
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	16,1	12,0	13,0	18,4	16,0	8,6
2	13,9	7,9	10,5	16,5	8,9	11,4
3	12,5	5,0	9,9	12,6	6,4	7,9
4	11,6	8,0	7,3	11,0	5,6	6,0
5	16,4	9,5	10,9	16,1	8,1	10,0
6	15,4	11,0	10,3	15,4	8,5	11,1
7		15,3	20,8		11,3	21,5
GD. 5 %	4,9	3,8	3,5	5,6	3,4	4,1

Anhangstabelle 5

Stoppelmenge (dz/ha) 1972

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blühstadium</u>						
1	12,5	35,8	20,3	11,0	27,5	17,2
2	13,2	25,5	16,3	12,2	16,6	11,9
3	10,0	18,7	14,0	13,7	15,1	12,1
GD.5 %	3,4	8,3	9,4	1,8	11,8	6,2
<u>Halmstadium</u>						
1	12,8	9,9	15,8	11,9	7,7	11,6
2	10,8	6,1	13,1	7,3	5,3	9,3
3	10,1	6,0	12,0	7,1	3,3	7,9
4	10,3	7,5	13,7	6,4	4,7	7,9
5	4,9	4,8	7,6	4,3	2,6	5,2
6	7,4	6,7	10,8	6,7	6,8	7,7
GD.5 %	2,5	2,7	2,7	3,1	1,6	2,3
<u>Blattstadium</u>						
1	13,5	10,3	18,4	14,8	14,0	14,9
2	10,8	9,3	17,9	15,0	8,4	13,6
3	8,2	7,0	9,5	7,6	5,2	4,7
4	10,0	8,1	9,5	8,1	5,6	8,9
5	9,0	12,4	12,2	7,1	6,6	8,5
6	9,5	6,3	9,7	7,5	4,9	7,2
7	5,5	4,7	7,4	9,3	3,2	5,4
8		8,1	8,8		5,0	7,3
GD.5 %	2,7	3,8	3,6	4,2	2,3	4,9

Anhangstabelle 6

Wurzelmenge (dz/ha) 1 9 7 1

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	7,9	11,3	5,5	6,4	17,5	6,8
2	17,4	11,8	17,3	19,6	19,6	16,5
3	19,4	12,5	19,9	18,9	19,0	22,1
4	29,5			26,3		
GD.5 %	2,8	6,9	6,5	6,4	5,0	8,0
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	12,0	10,3	5,8	15,8	11,3	7,4
2	10,3	8,6	10,3	9,3	6,9	12,9
3	13,0	8,3	11,1	11,3	5,6	15,6
4	18,1	18,0	9,6	16,3	11,1	19,8
GD.5 %	4,1	5,6	4,3	3,0	4,4	3,9
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	13,5	19,3	6,5	13,4	19,5	5,4
2	10,3	6,6	5,5	11,1	8,3	5,9
3	8,1	5,6	7,1	7,8	4,9	6,1
4	11,1	9,1	13,1	15,6	5,9	7,3
5	18,4	7,8	9,1	14,6	7,1	8,6
6	20,5	12,6	14,4	17,5	11,5	16,9
7		27,1	12,4		20,9	16,1
GD.5 %	4,0	4,9	5,6	4,9	3,4	5,8

Anhangstabelle 7

Wurzelmenge (dz/ha) 1 9 7 2

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	19,6	27,4	23,9	19,4	25,2	25,8
2	13,2	13,5	24,1	12,1	14,1	22,5
3	16,4	22,2	33,3	19,7	24,1	28,0
GD. 5 %	6,5	10,0	7,7	6,1	8,9	9,3
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	22,3	25,6	30,8	26,2	17,0	32,8
2	20,7	16,8	23,9	14,0	12,7	25,3
3	13,5	14,5	28,2	11,4	6,4	24,8
4	13,0	21,8	27,8	10,0	10,7	26,5
5	11,8	13,8	25,4	9,0	5,3	24,6
6	12,5	15,3	25,8	7,6	10,9	19,3
GD. 5 %	7,3	11,0	12,1	5,5	6,4	10,3
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	19,1	27,1	29,4	14,0	25,5	24,1
2	13,9	26,2	27,5	18,6	13,3	32,3
3	14,1	13,3	19,6	11,1	8,0	14,1
4	17,2	8,4	17,2	12,9	4,8	13,1
5	15,0	20,9	25,2	11,4	8,1	23,1
6	25,8	13,3	24,2	16,2	9,2	17,6
7	8,0	10,7	11,4	11,9	5,6	10,1
8		17,9	21,3		7,9	20,7
GD. 5 %	5,3	8,3	5,5	6,2	5,9	9,6

Anhangstabelle 8

1KH - Erträge 1971 (dz/ha)

Nutzungs	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	4,5	9,1	4,2	8,5	8,6	6,4
2	3,3	2,2	5,9	5,5	3,1	7,1
3	0,6	0,4	0,9	0,8	0,4	1,4
4	0,9			1,2		
Su.	13,4	11,7	10,9	16,0	12,1	14,9
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	7,7	3,8	3,5	8,1	3,4	4,2
2	2,1	1,9	2,5	1,8	1,9	3,1
3	3,1	1,1	1,7	5,2	0,9	2,1
4	0,5	0,5	0,4	0,8	0,3	0,5
Su.	13,3	7,3	8,2	15,9	6,4	10,0
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	4,8	4,2	2,5	5,5	5,7	3,4
2	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5	1,2
3	1,3	0,5	0,9	1,3	0,5	0,5
4	2,3	1,2	0,9	1,2	1,4	0,9
5	0,9	0,6	1,0	1,5	0,5	1,6
6	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2	1,1
7		0,9	0,2		0,5	0,2
Su.	11,1	9,1	7,4	11,2	10,2	8,8

Anhangstabelle 9

1KH - Erträge 1972 (dz/ha)

Nutzungs- anzahl	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blühstadium</u>						
1	13,6	11,9	12,4	14,6	10,0	14,0
2	2,8	2,7	4,9	3,0	3,7	5,6
3	2,4	2,3	2,9	3,0	2,8	6,3
Su.	18,7	16,8	20,2	20,6	16,5	25,9
<u>Halmstadium</u>						
1	4,5	4,6	6,4	5,2	5,4	6,8
2	4,1	1,5	3,3	2,2	0,5	4,1
3	0,8	0,6	1,3	0,3	0,5	1,1
4	0,8	0,6	2,3	0,4	0,2	1,9
5	0,6	0,3	1,3	0,4	0,2	1,4
6	1,1	1,5	0,9	1,5	1,0	1,5
Su.	11,9	9,1	15,5	10,0	7,8	16,9
<u>Blattstadium</u>						
1	2,3	3,3	3,5	4,1	4,4	1,5
2	2,1	0,6	1,3	2,1	1,5	1,0
3	1,8	1,9	2,3	1,3	1,2	1,1
4	0,8	1,0	2,3	0,6	0,9	1,8
5	0,5	1,0	1,8	0,9	0,4	2,1
6	0,6	0,8	0,9	0,9	0,6	1,0
7	1,3	0,8	1,0	2,0	0,4	0,8
8		1,6	1,4		1,0	1,6
Su.	9,5	11,1	14,4	11,7	10,4	11,0

Anhangstabelle 10

1KH - Menge der Stoppel 1 9 7 1 (dz/ha)

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	3,7	5,4	1,8	1,7	3,9	1,9
2	5,3	8,5	5,4	5,3	5,1	3,9
3	3,7	5,7	5,3	3,0	2,3	6,0
4	4,2			2,8		
GD. 5 %	1,2	2,3	1,0	0,8	1,9	1,8
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	4,4	1,8	1,8	3,6	1,7	2,1
2	2,4	1,5	1,5	1,3	1,0	0,9
3	4,2	2,2	2,4	2,2	1,3	2,1
4	2,7	1,7	3,2	2,2	0,9	3,0
GD. 5 %	1,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,7
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	5,0	3,0	3,4	5,2	3,1	2,0
2	2,1	0,7	1,5	1,9	0,6	1,1
3	1,0	0,5	0,9	1,1	0,4	0,5
4	2,4	1,4	1,0	1,3	0,6	0,5
5	4,0	1,6	1,7	3,0	1,0	1,2
6	2,4	1,4	1,5	2,4	1,0	1,7
7		3,1	3,0		1,9	3,1
GD. 5 %	1,0	0,6	0,6	1,1	0,8	0,7

Anhangstabelle 11

1KH - Menge der Stoppel 1 9 7 2 (dz/ha)

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	4,0	18,5	4,4	2,6	12,0	3,3
2	4,0	9,6	3,4	3,0	4,9	2,0
3	4,0	7,0	4,2	5,3	4,3	2,6
GD.5 %	1,4	4,1	2,3	0,7	5,3	1,2
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	3,2	1,1	2,9	2,4	0,5	1,4
2	2,6	0,9	1,6	0,9	0,5	0,6
3	1,3	0,9	1,4	0,8	0,6	0,4
4	1,9	0,9	2,0	0,8	0,5	0,8
5	1,1	0,5	1,2	0,8	0,2	0,8
6	2,5	2,1	2,4	2,5	2,1	2,1
GD.5 %	0,8	0,5	0,7	0,5	0,3	0,3
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	3,6	1,4	1,8	2,8	1,0	0,7
2	1,9	0,6	0,2	2,5	0,8	0,3
3	1,3	1,6	1,0	0,8	0,7	0,4
4	2,1	1,5	1,5	1,1	0,7	1,1
5	1,5	1,7	1,6	1,1	0,6	0,8
6	1,6	0,7	1,0	1,4	0,5	0,5
7	1,9	0,8	1,4	3,8	0,4	0,5
8		2,8	2,5		1,2	1,6
GD.5 %	1,0	0,7	0,6	0,8	0,4	0,3

Anhangstabelle 12

1KH - Menge der Wurzeln 1 9 7 1 (dz/ha)

Nutzungs- Stadium	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	0,6	0,7	0,4	0,3	0,7	0,6
2	1,4	1,5	2,2	1,3	2,8	2,2
3	1,6	2,0	2,8	1,1	2,5	3,3
4	1,7			1,5		
GD.5 %	0,5	1,1	1,0	0,4	0,5	1,0
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	0,9	0,5	0,6	0,8	0,4	0,7
2	0,6	0,5	1,0	0,4	0,3	0,7
3	0,8	0,7	1,3	0,6	0,4	1,1
4	1,0	1,9	1,2	0,8	0,9	2,9
GD.5 %	0,3	0,6	0,5	0,2	0,4	0,5
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	1,8	1,2	0,8	1,3	1,1	0,5
2	0,6	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4
3	0,3	1,0	0,5	0,3	0,1	0,2
4	0,7	0,6	1,0	0,6	0,2	0,3
5	1,4	0,6	0,8	0,9	0,5	0,6
6	1,4	0,9	1,5	0,9	0,7	1,7
7		3,9	1,5		2,3	1,9
GD.5 %	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4

Anhangstabelle 13

LKH - Menge der Wurzeln . 1 9 7 2 (dz/ha)

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	0,9	1,3	2,8	0,6	1,9	2,0
2	0,8	1,0	3,2	0,4	0,8	2,0
3	1,5	2,8	4,8	1,2	2,8	3,2
GD.5 %	0,5	1,1	0,9	0,3	0,4	1,5
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	1,0	1,0	2,8	0,8	0,4	1,9
2	0,6	0,8	1,6	0,3	0,3	0,9
3	0,5	0,7	1,9	0,2	0,2	1,0
4	0,5	1,7	2,7	0,2	0,6	1,2
5	0,4	1,0	2,0	0,3	0,3	1,0
6	1,0	2,5	3,0	0,5	1,9	2,4
GD.5 %	0,5	0,5	0,9	0,2	0,2	0,7
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	1,4	1,5	2,0	0,8	0,6	0,8
2	0,7	0,6	1,6	0,7	0,5	0,3
3	0,4	0,7	1,5	0,4	0,2	0,4
4	0,3	0,6	1,8	0,4	0,2	0,9
5	0,7	1,9	2,4	0,6	0,4	1,1
6	0,3	1,4	2,4	0,5	0,6	0,9
7	0,7	1,1	1,5	1,3	0,4	0,5
8		3,3	2,9		1,1	2,0
GD.5 %	0,2	0,9	0,5	0,3	0,2	0,4

Anhangstabelle 14

Rohproteinerträge (dz/ha) 1971

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blühstadium</u>						
1	3,6	4,9	1,4	5,7	6,1	3,4
2	0,8	0,9	1,5	1,7	2,3	3,2
3	0,7	0,4	0,6	1,1	0,6	1,3
4	0,5			1,4		
Su.	5,6	6,2	3,6	9,9	9,0	7,9
<u>Halmsstadium</u>						
1	2,3	2,8	1,1	3,5	5,3	2,4
2	1,6	1,6	1,4	2,8	2,6	3,1
3	0,9	0,6	1,2	2,1	0,6	2,2
4	0,6	0,7	0,6	1,0	0,5	1,1
Su.	5,4	5,7	4,3	9,4	9,0	8,9
<u>Blattstadium</u>						
1	1,5	1,7	0,8	2,4	3,0	1,6
2	1,9	2,3	1,1	3,4	3,7	2,4
3	1,8	0,8	0,9	2,4	1,1	1,8
4	1,3	0,9	1,1	2,2	2,4	2,4
5	0,6	0,6	0,9	1,3	0,7	2,0
6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,8	1,1
7		0,8	0,5		0,7	0,6
Su.	7,5	7,4	5,9	12,1	11,9	11,9

Anhangstabelle 15

Rohproteinerträge (dz/ha) 1972

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	2,9	4,9	3,7	7,8	6,5	7,8
2	1,3	2,2	2,2	3,2	5,2	5,4
3	1,3	1,6	1,7	2,0	3,4	3,8
Su.	5,5	8,7	7,7	13,0	15,2	17,0
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	1,6	4,5	3,5	5,6	10,5	7,4
2	2,0	1,0	2,6	2,8	0,8	2,8
3	0,7	1,0	1,3	0,8	1,3	1,8
4	0,7	0,8	1,9	0,8	0,8	2,7
5	0,9	0,7	1,2	1,1	0,6	2,5
6	0,7	1,1	0,8	1,7	1,3	1,4
Su.	6,5	9,9	11,4	12,7	15,9	18,5
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	1,2	2,4	2,5	4,2	7,0	5,3
2	1,4	1,7	2,4	4,3	3,4	4,2
3	1,3	1,9	1,7	2,3	2,8	2,1
4	0,8	0,8	1,5	1,3	1,6	2,6
5	0,6	1,3	1,4	1,3	0,9	2,7
6	1,1	1,2	1,9	1,9	1,6	3,0
7	1,1	1,0	1,6	2,3	1,0	2,2
8		1,3	1,3		1,8	3,1
Su.	7,5	11,6	14,3	17,5	20,0	25,2

Anhangstabelle 16

RP - Menge der Stoppel (dz/ha) 1 9 7 1

Nutzungs- Summe	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4
2	0,8	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9
3	1,6	1,4	1,4	2,1	1,5	1,8
4	2,2			2,2		
GD.5 %	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	0,7	0,4	0,4	0,9	0,5	0,5
2	0,8	0,5	0,5	0,9	0,5	0,7
3	0,9	0,9	0,7	0,9	0,6	0,9
4	1,3	1,3	1,2	1,6	0,9	1,6
GD.5 %	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	1,2	1,0	0,9	1,5	1,5	0,7
2	0,7	0,4	0,7	0,9	0,5	0,9
3	0,8	0,4	0,7	1,1	0,6	0,8
4	0,7	0,5	0,5	1,1	0,6	0,7
5	1,2	0,7	0,8	1,6	0,8	1,0
6	1,3	1,1	0,8	1,8	1,0	1,0
7		1,4	1,7		1,5	2,2
GD.5 %	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4

Anhangstabelle 17

RP - Menge der Stoppel (dz/ha) 1 9 7 2

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	0,5	1,0	0,8	0,6	1,4	1,0
2	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,6
3	0,7	1,0	0,7	1,2	0,9	1,0
GD.5 %	0,2	0,3	0,5	0,2	0,4	0,4
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	0,9	0,5	0,8	1,0	0,7	0,9
2	0,5	0,5	0,8	0,9	0,6	0,9
3	1,0	0,5	0,8	1,1	0,4	0,8
4	1,0	0,6	0,8	0,8	0,6	0,9
5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,6
6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5	0,7
GD.5 %	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	1,5	1,8	2,0	2,6	2,7	2,9
2	1,0	0,8	1,4	1,9	1,2	1,8
3	0,8	0,7	0,8	1,1	0,7	0,7
4	1,0	0,6	0,8	1,2	0,6	1,1
5	0,9	1,2	1,0	0,9	0,8	1,0
6	0,9	0,6	0,7	1,0	0,6	0,7
7	0,4	2,4	0,5	0,9	0,4	0,8
8		0,6	0,7		0,7	0,7
GD.5%	0,3	0,5	0,3	0,7	0,3	0,7

Anhangstabelle 18

RP - Menge der Wurzeln (dz/ha) 1 9 7 1

Ganzpfl.	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blühstadium</u>						
1	0,3	0,5	0,2	0,3	0,9	0,3
2	0,7	0,6	0,7	0,9	1,1	0,8
3	1,0	0,7	1,0	1,3	1,4	1,2
4	1,3			1,6		
GD.5 %	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
<u>Halmsstadium</u>						
1	0,5	0,4	0,3	0,8	0,5	0,4
2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,7
3	0,6	0,4	0,5	0,6	0,3	0,8
4	1,0	1,3	0,6	1,1	0,9	1,4
GD.5 %	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
<u>Blattstadium</u>						
1	0,8	0,7	0,4	0,8	0,9	0,4
2	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5	0,4
3	0,4	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4
4	0,5	0,5	0,6	1,0	0,4	0,6
5	1,0	0,4	0,4	1,0	0,5	0,6
6	1,2	0,8	0,8	1,2	0,9	1,1
7		1,9	0,8		1,7	1,1
GD.5 %	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4

Anhangstabelle 19

RP - Menge der Wurzeln (dz/ha) 1972

Nutzun	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blühstadium</u>						
1	1,1	1,5	1,2	1,2	1,8	1,6
2	0,8	0,8	1,2	1,1	0,8	1,4
3	1,0	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6
GD.5%	0,3	0,5	0,3	0,4	0,6	0,8
<u>Halmstadium</u>						
1	1,5	1,3	1,4	2,0	1,2	2,2
2	1,4	0,9	1,0	1,3	0,8	1,5
3	1,1	1,0	1,0	1,1	0,6	1,6
4	1,1	1,3	1,3	1,0	1,0	1,6
5	0,8	0,9	1,1	0,8	0,5	1,5
6	0,9	0,9	1,1	0,8	0,9	1,2
GD.5 %	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,7
<u>Blattstadium</u>						
1	1,4	1,7	2,0	1,6	2,3	2,5
2	1,1	1,4	1,5	1,9	1,1	2,2
3	1,1	0,8	1,2	1,1	0,8	1,2
4	1,4	0,6	1,0	1,4	0,4	1,0
5	1,3	1,3	1,4	1,1	0,7	1,5
6	1,3	0,8	1,3	1,5	0,8	1,4
7	0,6	0,7	0,6	1,1	0,5	0,6
8		1,1	1,1		0,7	1,0
GD.5 %	0,3	0,5	0,3	0,6	0,5	0,6

Anhangstabelle 20

1KH - Gehalt des Aufwuchses (% in d. Trm.) 1971

Nutzungs-	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	17,2	12,0	20,9	13,1	10,6	14,8
2	37,6	23,9	30,7	30,0	14,3	20,7
3	12,5	15,0	19,3	11,4	12,3	18,9
4	26,5			19,5		
$\bar{x}$	23,5	17,0	23,6	18,6	12,4	18,1
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	32,0	13,0	27,4	25,7	7,2	18,5
2	17,5	15,3	20,2	11,2	12,0	14,5
3	36,2	26,9	19,6	30,8	23,7	14,9
4	13,5	12,1	10,3	13,7	11,2	9,6
$\bar{x}$	24,9	16,8	17,0	20,4	13,5	14,4
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	42,8	33,6	40,5	35,8	29,2	33,4
2	13,3	10,4	17,9	8,8	8,5	10,4
3	15,1	11,1	16,8	12,2	9,6	7,8
4	25,7	19,3	13,7	13,2	12,7	9,7
5	22,9	16,0	20,8	22,2	14,0	17,9
6	13,8	11,0	18,8	10,5	10,7	19,5
7		21,9	7,8		16,5	7,5
$\bar{x}$	22,2	17,6	19,5	17,1	14,5	15,2

Anhangstabelle 21

1KH - Gehalt des Aufwuchses (% in d. Trm.) 1 9 7 2

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
	<u>B l ü h s t a d i u m</u>					
1	34,8	17,7	24,6	20,5	14,2	16,3
2	24,7	14,6	21,6	16,2	8,7	13,7
3	26,1	22,8	19,9	22,9	15,5	19,8
$\bar{x}$	28,5	18,3	22,0	19,8	12,8	16,6

	<u>H a l m s t a d i u m</u>					
1	34,4	14,5	21,9	18,0	10,7	14,3
2	30,4	21,3	21,2	18,3	14,3	24,8
3	22,8	11,2	16,2	11,2	9,6	10,7
4	20,5	12,1	15,5	14,2	8,1	11,0
5	12,6	9,2	17,5	9,0	7,8	14,2
6	24,8	24,8	18,2	20,8	19,7	21,7
$\bar{x}$	24,3	15,5	18,4	15,2	11,7	16,1

	<u>B l a t t s t a d i u m</u>					
1	35,3	28,7	29,0	25,0	18,5	9,0
2	27,3	9,7	12,8	13,2	14,1	8,0
3	26,6	16,6	20,8	15,8	10,5	14,5
4	20,0	23,0	24,0	12,5	13,3	16,3
5	19,5	15,1	20,9	18,0	11,1	17,9
6	11,6	13,2	9,5	12,7	9,5	8,6
7	23,2	15,8	12,2	20,9	11,9	10,8
8		26,1	19,0		15,9	14,5
$\bar{x}$	23,3	18,5	18,5	16,9	13,1	12,5

Anhangstabelle 22

1KH - Gehalt der Stoppel (% in d. Trm.) 1 9 7 1

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	25,0	37,2	22,7	16,1	27,1	20,8
2	28,4	33,7	24,6	29,4	24,8	22,6
3	16,3	26,0	24,2	13,9	16,0	23,9
4	17,7			14,8		
$\bar{x}$	21,9	32,4	23,8	18,6	22,6	22,4
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	26,7	14,5	24,0	18,6	10,5	19,5
2	14,9	15,7	16,4	9,6	11,9	8,8
3	26,5	16,3	18,1	21,5	15,4	14,9
4	15,9	14,5	17,5	12,9	12,5	15,1
$\bar{x}$	21,0	15,3	19,0	15,7	12,6	14,6
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	31,1	24,9	25,9	28,0	19,3	23,6
2	15,1	8,3	14,4	11,2	6,5	9,2
3	7,6	10,8	9,2	8,8	6,1	5,7
4	20,7	17,8	13,6	11,4	11,4	8,0
5	24,1	17,2	15,7	18,3	12,3	12,3
6	18,4	13,0	14,6	15,7	11,5	11,9
7		20,1	14,6		16,6	14,2
$\bar{x}$	19,5	16,0	15,4	15,6	12,0	12,7

Anhangstabelle 23

1KH - Gehalt der Stöppel (% in d. Trm.) 1972

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	31,8	51,7	21,9	23,2	43,5	18,9
2	30,0	37,9	21,0	24,7	26,3	16,5
3	40,0	37,4	30,2	39,2	28,4	21,4
$\bar{x}$	33,9	42,3	24,3	29,0	32,7	18,9
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	25,2	11,2	18,3	19,7	6,9	11,7
2	24,5	14,0	12,4	12,8	8,5	6,6
3	13,3	14,1	11,4	11,7	17,2	5,5
4	18,0	11,9	14,6	12,7	10,2	10,4
5	23,0	10,5	16,4	19,0	8,6	14,3
6	33,3	31,2	21,8	36,5	31,6	27,0
$\bar{x}$	22,9	15,4	15,8	16,0	13,8	12,5
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	26,8	13,8	10,0	18,9	8,6	4,4
2	17,6	6,8	6,7	16,4	9,6	2,1
3	15,8	22,8	10,8	10,2	13,2	7,9
4	20,9	18,4	16,0	13,4	12,2	12,4
5	16,6	13,8	12,9	15,9	8,8	8,8
6	17,0	11,3	10,5	18,0	9,3	7,1
7	35,3	17,8	19,4	41,0	12,9	8,7
8		34,1	28,3		23,5	22,1
$\bar{x}$	21,4	17,3	14,3	19,1	12,3	9,2

Anhangstabelle 24

1KH - Gehalt der Wurzeln (% in d. Trm.) 1971

Nutzart	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	6,9	5,8	7,8	4,5	4,2	8,1
2	8,2	12,7	12,6	6,6	14,3	17,5
3	8,1	15,6	13,8	5,9	13,4	14,7
4	8,7			6,7		
$\bar{x}$	8,0	11,4	11,4	5,9	10,6	12,0
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	7,0	4,4	10,9	5,3	3,8	9,2
2	5,7	5,3	10,0	3,8	3,8	5,7
3	6,2	7,9	12,0	5,1	6,4	6,7
4	5,7	10,6	12,8	5,1	8,5	14,6
$\bar{x}$	6,1	7,0	11,4	4,8	5,6	9,0
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	13,3	6,3	13,3	9,7	5,8	9,3
2	5,7	4,2	8,2	3,9	3,5	6,1
3	4,0	2,4	6,8	3,9	2,0	3,3
4	6,2	6,3	7,6	4,0	4,1	4,4
5	7,3	8,2	8,8	6,2	6,5	6,4
6	6,8	6,8	10,1	4,9	6,2	10,1
7		14,3	12,4		10,8	12,0
$\bar{x}$	7,2	7,0	9,6	5,4	5,5	7,4

Anhangstabelle 25

1KH - Gehalt der Wurzeln (% in d. Trm.) 1 9 7 2

Nutzungs- Stadium	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blütenstadium</u>						
1	4,4	4,7	11,8	2,9	3,9	8,2
2	5,8	7,3	13,4	3,6	5,5	9,0
3	9,0	12,4	14,3	6,3	11,6	11,6
$\bar{x}$	6,4	8,1	13,1	4,3	7,0	9,6
<u>Halmstadium</u>						
1	4,5	3,9	9,2	4,2	2,5	5,5
2	3,0	4,5	6,6	2,4	2,4	3,4
3	3,4	5,1	6,9	1,8	3,6	4,2
4	4,1	7,6	9,7	2,4	5,8	4,4
5	3,5	7,5	8,0	2,8	5,3	4,1
6	7,6	16,0	11,7	6,6	17,3	12,3
$\bar{x}$	4,4	7,4	8,7	3,2	6,2	5,6
<u>Blattstadium</u>						
1	7,1	5,6	6,6	6,0	3,3	3,3
2	5,0	2,4	5,9	3,9	3,4	1,1
3	2,5	5,2	7,5	3,2	3,0	2,6
4	1,7	7,6	10,6	3,4	4,8	6,9
5	4,3	8,9	9,6	4,8	5,1	4,9
6	1,3	8,6	9,8	3,2	6,0	4,8
7	9,1	10,1	12,8	11,2	7,5	4,8
8		18,5	17,6		13,6	9,9
$\bar{x}$	4,4	8,4	9,5	5,1	5,8	4,8

Anhangstabelle 26

RP - Gehalt des Aufwuchses (% in d. Trm.) 1 9 7 1

Schnitt	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	7,2	6,5	7,2	8,8	7,5	8,0
2	8,7	10,3	7,9	9,5	10,3	9,3
3	14,4	15,8	13,7	16,8	19,7	17,4
4	15,4			22,6		
$\bar{x}$	11,4	10,8	9,6	14,4	12,6	11,6
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	9,7	9,6	8,8	11,1	11,4	10,4
2	14,1	12,4	11,4	17,9	16,0	14,8
3	10,2	14,0	12,9	12,5	15,8	15,3
4	15,1	18,2	16,2	17,6	20,0	19,3
$\bar{x}$	12,3	13,6	12,3	14,8	15,8	15,0
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	13,0	13,6	13,5	15,4	15,5	15,8
2	16,1	15,6	15,4	18,8	21,7	21,3
3	21,0	17,4	16,6	23,2	22,7	30,9
4	15,7	15,0	17,9	24,8	21,4	26,8
5	16,5	18,3	17,8	19,4	20,6	22,1
6	18,1	19,5	17,6	21,5	20,0	19,3
7		17,9	21,3		22,3	23,2
$\bar{x}$	16,7	16,8	17,2	20,5	20,6	22,8

Anhangstabelle 27

RP - Gehalt des Aufwuchses (% in d. Trm.) 1972

Nutzungszeit	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h e t a d i u m</u>						
1	7,5	7,2	7,3	11,0	9,3	9,1
2	11,3	12,0	9,9	16,7	12,5	13,3
3	14,2	16,0	11,8	15,7	18,6	11,9
$\bar{x}$	11,0	11,7	9,7	14,5	13,5	11,4
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	11,8	14,0	11,9	19,4	20,8	15,4
2	14,4	16,0	16,8	23,0	24,7	16,7
3	19,4	19,9	16,2	28,1	25,6	17,4
4	19,7	16,4	12,9	26,1	26,1	15,2
5	19,7	19,9	16,7	26,2	21,3	25,3
6	15,6	17,8	17,0	22,9	25,6	20,5
$\bar{x}$	16,8	17,3	15,2	24,2	24,0	18,4
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	18,6	20,8	21,0	26,1	29,4	30,0
2	18,4	27,0	22,8	27,0	32,4	31,9
3	19,1	16,4	15,7	29,0	23,7	27,4
4	20,0	18,2	15,6	28,1	24,0	23,8
5	21,7	19,9	16,6	26,1	25,4	22,7
6	21,2	19,3	19,8	27,2	26,9	27,1
7	18,5	20,0	20,6	24,0	26,8	26,9
8		20,8	17,8		28,1	27,7
$\bar{x}$	19,6	20,3	18,7	26,8	27,0	27,7

Anhangstabelle 28

RP - Gehalt der Stoppel (% in d. Trm.) 1 9 7 1

Nutzungs- stadium	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	2,7	2,2	4,1	3,2	4,0	4,4
2	4,4	4,0	3,7	5,3	4,1	4,9
3	7,1	6,6	6,5	9,8	10,6	7,3
4	8,2			11,9		
$\bar{x}$	5,6	4,3	4,8	7,5	6,2	5,5
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	4,4	3,1	4,8	4,6	3,5	4,9
2	4,8	5,4	5,3	7,0	6,1	7,0
3	5,8	6,3	4,9	8,3	7,3	6,7
4	7,8	11,5	6,8	9,3	12,4	8,2
$\bar{x}$	5,7	6,6	5,5	7,3	7,3	6,7
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	7,2	8,0	7,0	8,0	9,1	8,5
2	5,0	5,1	6,2	5,6	6,1	7,5
3	6,5	7,6	6,7	9,0	8,8	10,2
4	6,1	6,5	7,1	10,3	10,0	11,9
5	7,4	6,8	6,9	10,2	10,0	10,2
6	8,4	9,8	7,4	11,8	11,9	8,8
7		9,0	8,3		13,3	10,1
$\bar{x}$	6,8	7,5	7,1	9,1	9,9	9,6

Anhangstabelle 29

RP - Gehalt der Stoppel (% in d. Trm.) 1972

Nutzart	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Blühstadium</u>						
1	4,2	2,9	3,9	5,0	5,0	6,1
2	7,3	3,6	5,1	7,5	4,4	5,4
3	7,3	5,1	5,2	9,0	6,2	7,9
$\bar{x}$	6,2	3,9	4,7	7,2	5,2	6,4
<u>Halmstadium</u>						
1	7,1	4,9	5,2	8,2	9,5	7,6
2	4,3	6,4	5,8	12,4	11,6	10,1
3	10,1	8,6	6,4	14,7	11,8	10,7
4	9,7	8,4	5,9	13,0	11,7	10,9
5	9,4	9,0	7,3	12,4	13,3	11,3
6	7,9	8,2	6,6	12,1	7,7	8,5
$\bar{x}$	8,1	7,6	6,2	12,1	10,9	9,9
<u>Blattstadium</u>						
1	11,3	17,0	11,1	17,8	19,4	19,6
2	8,8	8,2	7,7	12,5	14,6	13,3
3	9,7	10,2	8,2	14,2	12,9	13,9
4	9,5	8,0	8,0	14,7	11,3	11,8
5	10,3	9,3	8,2	13,1	11,9	11,9
6	9,8	10,2	7,5	12,7	11,3	11,4
7	8,0	9,1	7,3	10,1	12,9	13,9
8		7,8	7,4		14,1	10,2
$\bar{x}$	9,6	10,0	8,2	13,5	13,6	13,2

Anhangstabelle 30

RP - Gehalt der Wurzeln (% in d. Trm.) 1 9 7 1

Nutzung	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	3,8	4,2	4,2	4,1	5,0	4,6
2	4,3	4,7	4,0	4,6	5,6	4,5
3	4,9	5,9	4,8	6,8	7,3	5,2
4	4,3			7,0		
$\bar{x}$	4,3	4,9	4,3	5,6	6,0	4,8
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	4,2	3,6	5,2	4,8	4,2	5,4
2	4,3	5,1	5,0	5,4	5,1	5,1
3	4,6	5,1	4,2	5,0	5,7	5,1
4	5,5	7,1	5,8	6,5	8,1	6,9
$\bar{x}$	4,6	5,2	5,1	5,4	5,8	5,6
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	6,1	3,6	6,8	5,6	4,5	6,7
2	4,1	5,2	4,9	5,1	5,5	6,1
3	4,8	4,4	5,1	6,0	5,3	6,9
4	4,7	5,1	4,4	6,3	6,3	7,7
5	5,3	5,0	4,6	6,9	7,3	6,4
6	5,6	6,7	5,6	6,7	7,8	6,6
7		7,0	6,2		8,0	6,6
$\bar{x}$	5,1	5,3	5,4	6,1	6,4	6,7

Anhangstabelle 31

RP - Gehalt der Wurzeln (% in d. Trm.) 1 9 7 2

Nutzun	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
	<u>B l ü h s t a d i u m</u>					
1	5,5	5,4	4,9	6,2	7,0	6,2
2	6,4	5,6	5,1	8,8	5,7	6,3
3	6,0	6,5	4,9	7,6	6,5	5,8
$\bar{x}$	5,9	5,8	4,9	7,5	6,4	6,1

	<u>H a l m s t a d i u m</u>					
1	6,8	5,1	4,6	7,5	6,8	6,8
2	6,6	5,6	4,1	9,0	6,4	6,1
3	7,8	6,8	3,6	9,6	9,4	6,3
4	8,5	6,0	4,7	10,1	8,9	6,1
5	7,0	6,2	4,3	8,8	9,1	5,9
6	7,1	5,8	4,4	10,0	8,0	6,2
$\bar{x}$	7,3	5,9	4,3	9,2	8,1	6,2

	<u>B l a t t s t a d i u m</u>					
1	7,5	6,4	6,7	11,1	9,1	10,3
2	7,6	5,2	5,3	10,0	8,2	6,7
3	7,7	6,0	6,1	10,2	9,3	8,4
4	8,1	7,3	5,8	11,0	8,6	7,6
5	8,6	6,4	5,6	9,3	8,9	6,7
6	5,0	6,2	5,5	9,0	8,4	7,7
7	7,8	6,3	5,5	9,5	8,7	6,2
8		6,2	5,3		9,0	5,0
$\bar{x}$	7,4	6,3	5,7	10,0	8,8	7,3

Anhangstabelle 32

Rohfaser - Gehalt des Aufwuchses (% in d. Trm.) 1 9 7 1

Stützzeit	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>Bl ü h s t a d i u m</u>						
1	37,1	29,7	27,2	24,0	36,6	33,0
2	23,5	26,0	32,4	23,3	29,4	27,8
3	28,1	24,9	26,4	25,9	23,1	24,5
4	22,5			19,0		
$\bar{x}$	33,8	37,8	28,7	23,7	34,8	28,7
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	25,1	31,9	26,2	25,5	32,1	28,6
2	27,5	28,7	27,3	26,1	26,5	28,3
3	22,9	23,3	27,0	21,9	20,9	27,9
4	28,9	25,5	29,8	24,9	23,5	27,3
$\bar{x}$	25,6	29,9	26,7	24,8	29,8	28,0
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	18,6	20,9	17,3	19,9	20,7	19,3
2	29,0	29,0	24,8	23,8	26,3	25,6
3	23,7	27,7	24,2	24,3	23,9	21,4
4	23,0	26,7	24,1	22,5	23,7	23,9
5	23,7	25,5	21,9	22,5	22,6	22,1
6	26,2	25,5	23,2	23,5	29,8	24,2
7		22,4	26,7		19,8	27,4
$\bar{x}$	23,8	25,5	23,2	22,5	23,2	23,4

Anhangstabelle 33

Rohfaser - Gehalt des Aufwuchses (% in d. Trm.) 1 9 7 2

Nutzungs- Stufe	20 N			60 N		
	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.	Lol. per.	Phl. prat.	Dact. glom.
<u>B l ü h s t a d i u m</u>						
1	29,0	35,2	34,0	31,1	34,4	34,6
2	27,5	31,1	32,8	29,1	33,7	33,5
3	25,0	25,3	31,1	32,5	27,1	31,0
$\bar{x}$	27,2	30,0	32,6	30,9	31,7	33,0
<u>H a l m s t a d i u m</u>						
1	24,5	28,5	30,0	26,8	28,6	31,7
2	25,6	25,0	26,5	23,4	23,0	22,1
3	23,2	25,6	25,5	22,2	24,7	24,4
4	22,9	25,6	31,6	21,6	28,2	29,3
5	25,4	27,6	27,1	25,7	25,7	24,9
6	22,1	22,5	24,2	20,9	22,6	23,6
$\bar{x}$	24,0	25,8	27,5	23,4	25,4	26,0
<u>B l a t t s t a d i u m</u>						
1	20,0	19,1	19,9	20,1	19,1	19,2
2	23,9	22,9	25,1	23,2	22,8	22,0
3	21,7	24,4	25,4	21,1	25,1	22,5
4	23,9	21,8	24,8	23,5	24,8	23,0
5	22,9	25,5	24,6	22,2	25,0	22,3
6	25,7	26,0	28,2	25,2	25,2	26,0
7	22,4	24,1	25,8	21,7	24,1	23,3
8		21,7	23,9		23,3	23,2
$\bar{x}$	22,9	23,2	24,7	22,4	23,8	22,7

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. R. Arens, Leiter des Institutes für Grünlandwirtschaft der Hessischen Lehr und Forschungsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Eichhof Bad Hersfeld, möchte ich für die Überlassung des Themas sowie alle gewährte Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit herzlich danken.

Herrn Professor Dr. U. Wellmann, Direktor der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Eichhof Bad Hersfeld, danke ich für die Arbeitsmöglichkeit an der Anstalt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. D. Puffe, Leiter des Institutes für Agrikulturchemie und Bodenkunde des Eichhofes, für die Anleitung und bereitwillige Beratung bei den chemischen Untersuchungen.

Dank sagen möchte ich ferner Herrn W. Winterling und allen Mitarbeitern des Institutes für Grünlandwirtschaft für die hilfsbereite Unterstützung bei der technischen Durchführung der Versuchsarbeiten.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die finanzielle Unterstützung der Arbeit.

Lebenslauf

14. Mai 1942 geboren als Sohn des Apothekers Azizollah Reyhani und seiner Ehefrau Bahere geb. Eghrari in Teheran/IRAN
- 1948 - 1954 Besuch der Volksschule in Rudsar und Schiraz
- 1954 - 1961 Besuch der Ebnesina- und Hekmat-Oberschule in Schiraz
- Oktober 1963 Einreise in die Bundesrepublik Deutschland
- 1963 - 1964 Besuch des Studienkollegs in Darmstadt
- 20.10.1964 Beginn des Studiums der Landwirtschaft an der Justus-Liebig-Universität in Gießen
- April - September 1967 Landwirtschaftliches Praktikum auf dem Eichhof, Bad Hersfeld
- Oktober 1970 Diplomprüfung
- Seit November 1970 Doktorand am Institut für Grünlandwirtschaft der Hess. Lehr- und Forschungsanstalt Eichhof, Bad Hersfeld

